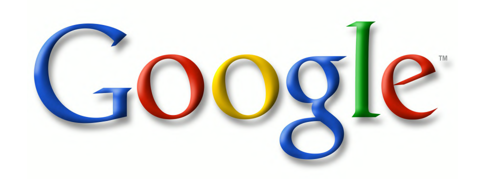
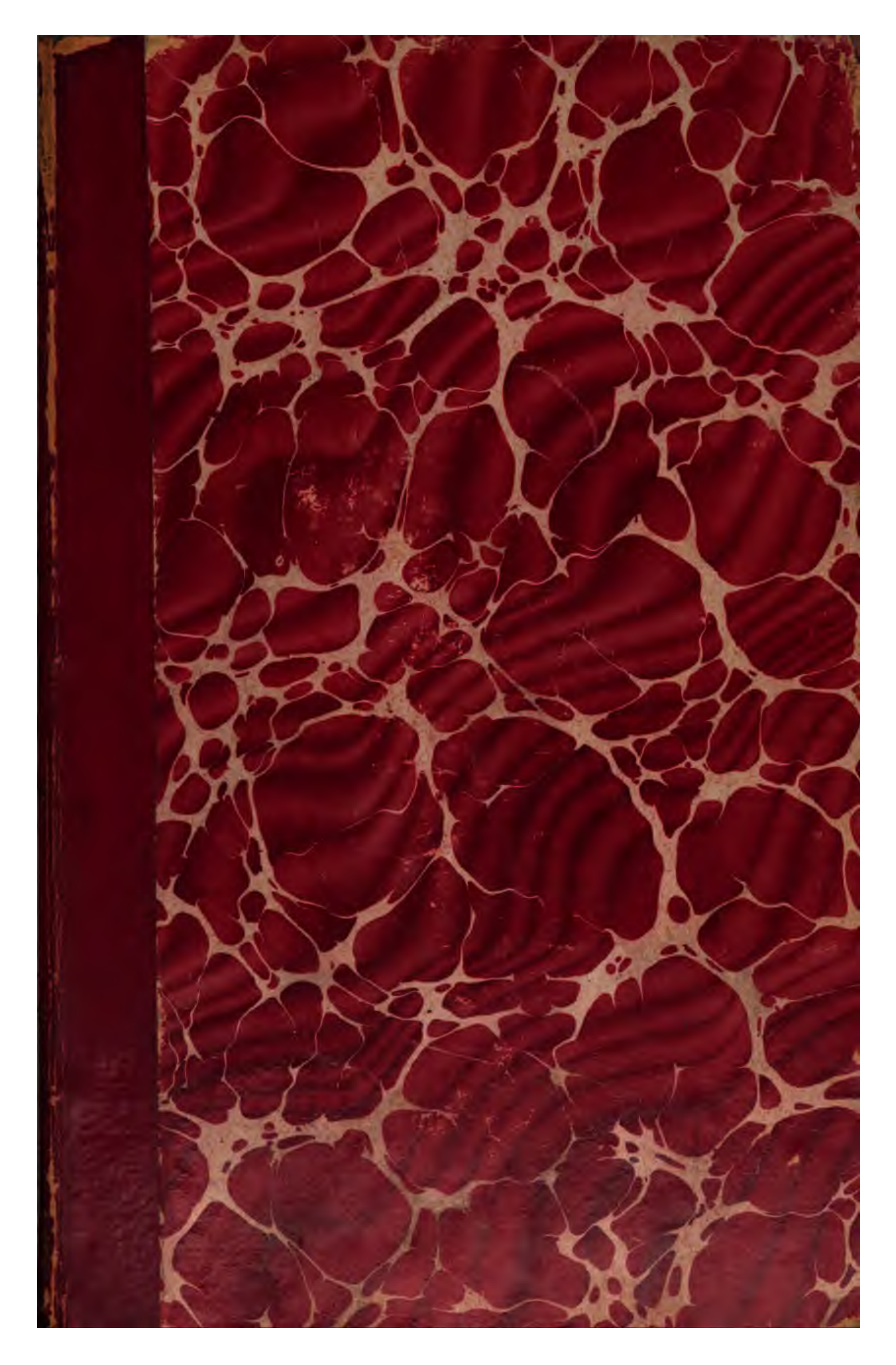
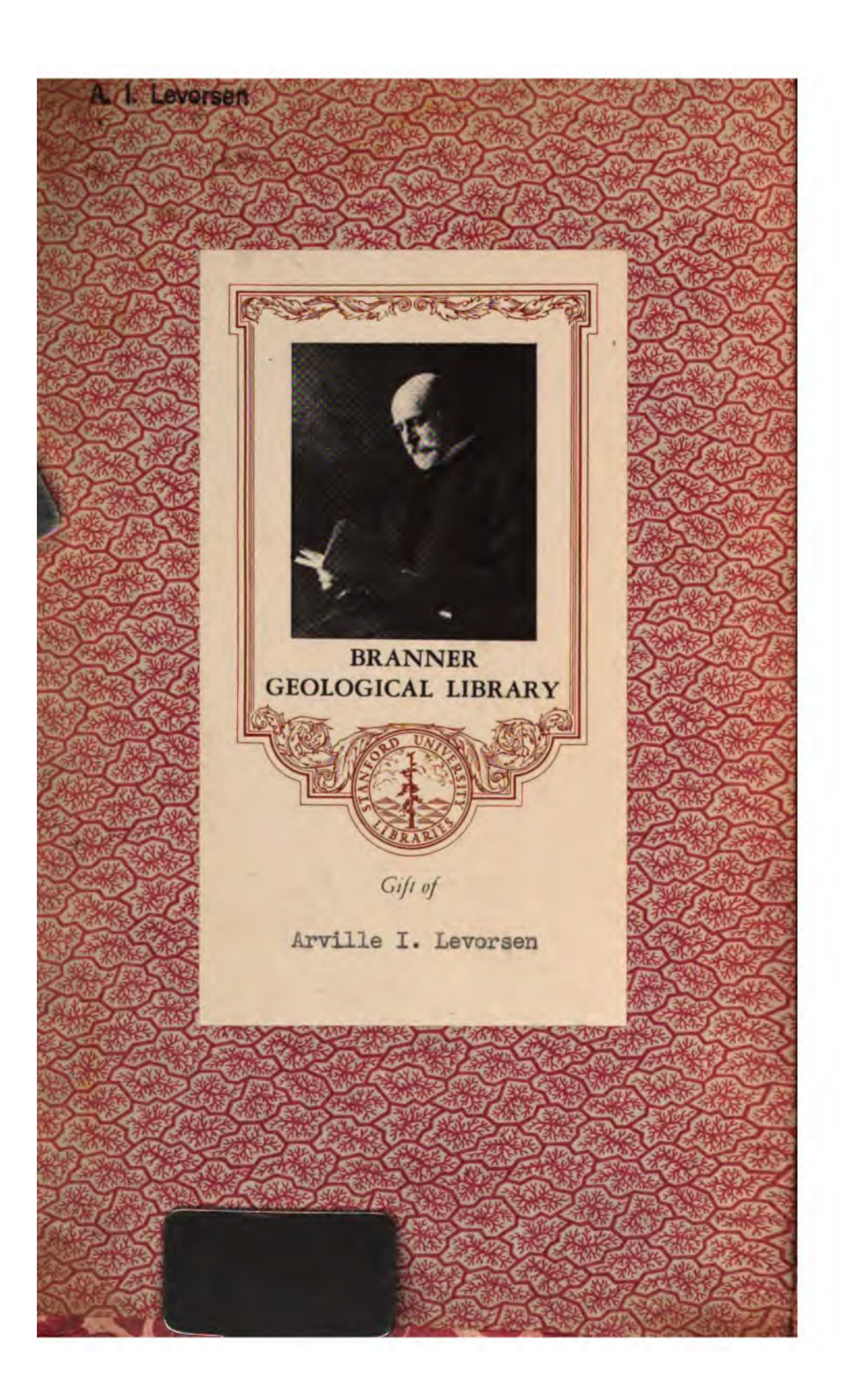





A. I. Leversen
BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
Gift of
Arville I. Levorsen



HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE

DE 1834 A 1852,

PAR

A. D'ARCHIAC; de Saint Simon

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

SOUS LES AUSPICES

DE M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

TOME CINQUIÈME.

Formation crétacée.

(2e partie.)

PARIS.

AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,

RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1853.

HISTOIRE

DES

PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE

PENDANT LES ANNÉES 1834 A 1852.

TERRAIN SECONDAIRE.

FORMATION CRÉTACÉE.

SECONDE PARTIE.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

De même que nous avons commencé les volumes précédents par quelques réflexions applicables aux divers sujets que nous y avons traités, de même, avant d'exposer dans celui-ci la seconde partie de la formation crétacée, nous rappellerons certaines notions qu'il nous paraît essentiel de ne pas perdre de vue lorsqu'on vient à comparer, ou lorsqu'on embrasse dans leur ensemble, tous les dépôts qui, à un moment donné, se formaient sur divers points de la terre. Nous indiquerons d'abord en peu de mots les changements survenus dans les caractères pétrographiques des roches depuis qu'elles ont été déposées, ensuite ceux qu'elles ont éprouvés dans leur stratification ou leur position relative, enfin les modifications des corps organisés qu'elles renferment.

Changements pétrographiques.

Lorsque d'un pays de plaines ou de plateaux, où la superposition des couches est naturelle, claire, facile à saisir avec un peu d'attention, où les caractères pétrographiques sont assez constants sur de grandes étendues, où les corps orga-

nisés fossiles sont assez bien conservés pour être spécifiquement déterminables; si d'un tel pays, disons-nous, on se rapproche d'une région composée des mêmes couches, mais dont les formes orographiques sont très accidentées, on remarque que ces divers caractères perdent de leur netteté, de leur précision et de leur uniformité; ils tendent à s'altérer, à s'effacer peu à peu, à disparaître même quelquefois tout à fait, pour être remplacés par d'autres, de telle sorte que les dépôts avec l'aspect desquels on était le plus familiarisé sont devenus méconnaissables. Les géologues, presque toujours d'accord sur leurs relations dans le premier cas, souvent ne le sont plus dans le second, et cela par des motifs différents, suivant qu'ils font prédominer tel ou tel mode de détermination en lui accordant une confiance exclusive ou absolue.

L'examen d'un système de couches, à quelque époque qu'il appartienne, lorsqu'on vient à le suivre, depuis les plaines où il est horizontal ou peu dérangé jusque dans les chaînes de montagnes où il a été le plus disloqué, redressé et tourmenté, montre que dans les plaines les calcaires sont ordinairement tendres, à cassure terreuse, souvent d'une texture grossière, de teintes claires, blancs, grisâtres ou jaunâtres; que les marnes, sablonneuses ou argileuses, sont sans solidité, et que les grès, les sables et les conglomérats, friables, incohérents, peu durs en général ou facilement désagrégeables, sont à éléments bien distincts, blanchâtres, verdâtres, grisâtres ou seulement colorés par des oxydes de fer hydratés. Dans les montagnes, au contraire, les calcaires sont compactes, durs, à cassure esquilleuse, de teintes presque toujours grises ou noirâtres, plus ou moins foncées, quelquefois subcristallins ou même saccharoïdes, et alors de teintes claires ou d'un blanc pur. Les marnes et les argiles sableuses sont devenues des schistes également de teintes foncées, des psammites plus ou moins solides, des ardoises, etc.; les grès et les sables endurcis, consolidés, passent à des quartzites blancs, gris ou rouges, et même à un véritable quartz compacte, dans lequel il n'y a plus de trace de son origine arénacée.

Ces derniers caractères pétrographiques, que l'on doit regar-

der comme une tendance vers un changement plus complet, vers un état cristallin de tous les éléments des roches, furent longtemps regardés comme l'attribut exclusif des terrains les plus anciens; mais on sait aujourd'hui qu'ils peuvent exister dans les sédiments de presque tous les âges, pourvu que ceux-ci se soient trouvés dans des conditions propres à les produire, et dont le temps n'est pas nécessairement *fonction*.

Si d'une part ces modifications sont indépendantes de l'âge des couches et de celui des chaînes, de l'autre elles semblent être en rapport avec la grandeur et surtout avec l'énergie des phénomènes qui ont produit ces dernières. Ainsi les dépôts tertiaires inférieurs, crétacés ou jurassiques, ont éprouvé les transformations les plus complètes dans les Pyrénées, les Alpes, les Carpathes, la Turquie d'Europe, le Caucase, l'Arménie, l'Himalaya et certaines parties de l'Atlas et des Andes, qui sont des rides comparativement récentes, tandis que le long des petites chaînes, comme les Vosges, la Forêt-Noire, le Harz, ou dans l'Alpe du Wurtemberg, le Jura, la Côte-d'Or, les montagnes de Burgos, celles du bas Aragon et de la Nouvelle-Castille, etc., ces altérations des sédiments du même âge sont le plus ordinairement insignifiantes.

L'absence ou la rareté des roches ignées dans quelques unes de ces dernières (le bas Aragon, le Jura, la Côte-d'Or) n'est probablement pas la seule cause de cette différence, puisque nous trouvons dans les grandes chaînes ces mêmes altérations très loin des points où apparaissent les roches pyrogènes. Ainsi ce commencement de *métamorphisme en grand*, distingué avec raison du *métamorphisme de contact*, qui ne s'est propagé qu'à une bien faible distance de la roche modifiante, paraît dû à des causes qui se sont le plus ordinairement produites dans les rides montagneuses les plus développées. Lorsqu'elles se sont manifestées dans des chaînes de moindre importance (la Pena Golosa, etc. (Espagne orientale), les Apennins, les montagnes de la Grèce, etc.), celles-ci ne présentent plus ces dislocations simples, ces failles pour ainsi dire élémentaires, ces larges inflexions que l'œil suit aisément et que l'on redresse par la pensée, mais elles offrent à chaque pas les preuves des actions

les plus énergiques qui se traduisent par des contournements et des plissements répétés, des zigzags à angles aigus, des renversements plus ou moins complets, et des accidents de toutes sortes, comparables alors à ce que l'on observe dans les terrains anciens des pays qui, sans avoir un relief très prononcé, tels que la Bretagne, les Ardennes, les bords du Rhin, le pays de Galles, etc., montrent cependant, sur une petite échelle, les dérangements de stratification les plus variés et les plus compliqués.

On voit d'après cela que si les caractères pétrographiques d'une roche ne sont plus aujourd'hui, pour le géologue, un indice de son ancienneté relative, ils sont cependant encore un signe assez certain du plus ou moins d'énergie des phénomènes dynamiques qui ont accidenté le système de couches auquel elle appartient; car l'importance des modifications qu'elle a éprouvées, indépendamment de la proximité des produits ignés, est en raison du plus ou moins d'intensité de ces mêmes phénomènes.

Changements stratigraphiques.

Les caractères stratigraphiques ou de superposition, qu'on ne peut guère méconnaître dans les pays de plaines ou de plateaux, s'obscurcissent et deviennent, en même temps que les caractères pétrographiques, plus difficiles à saisir à mesure que l'on se rapproche des régions soulevées, disloquées, et que l'on pénètre plus avant dans leur intérieur. Si ces dislocations étaient régulières et symétriques tout le long des versants d'une chaîne, il serait encore aisé de replacer les éléments qui la constituent dans leur position originaire, mais la diversité des accidents qui ont accompagné le premier redressement, et ceux qui sont venus ensuite ont compliqué les relations d'abord si simples.

Des failles et des brisures parallèles à la direction du soulèvement ont eu souvent pour résultat, et c'est même une des dispositions les plus ordinaires dans les grandes chaînes (les Alpes, l'Oural, l'Himalaya, etc.), de faire incliner les couches vers leur axe, de sorte que les plus récentes semblent plonger sous les plus anciennes. D'autres brisures perpendiculaires à cette même direction ont encore rompu la continuité des

couches dans ce dernier sens, de manière que le plan horizontal et plus ou moins uniforme qu'elles constituaient dans l'origine se trouve divisé en compartiments, tantôt abaissés, tantôt élevés différemment les uns par rapport aux autres et diversement inclinés.

Lorsque le redressement a été jusqu'à la verticale, les couches doivent être étudiées horizontalement, et si certaines portions l'ont dépassée en se renversant sur elles-mêmes, on a un pli dans lequel les couches les plus récentes sont comprises entre des couches plus anciennes, placées au-dessus et au-dessous. Ce que l'on a appelé la *structure en éventail* n'est probablement qu'un cas particulier de ce mode de renversement, occasionné par des forces soulevantes qui, agissant latéralement, ont produit un pli dont l'angle, au lieu d'être oblique ou parallèle à l'horizon, est tourné en haut ou vers le ciel. Ce qui vient à l'appui de cette explication, c'est que cette disposition ne s'observe guère que dans l'axe des chaînes, là où les perturbations avaient le plus d'énergie et où l'on conçoit que, parfois dérangées de leur direction première, les forces ont pu agir les unes contre les autres pour relever et replier en même temps les strates sur deux côtés opposés.

L'étude de ces accidents est en quelque sorte plus facile dans les chaînes très élevées et d'une époque récente que dans les pays où les terrains anciens très tourmentés n'ont qu'un faible relief. La grandeur de l'échelle sur laquelle ils se sont produits dans le premier cas a rendu leurs effets, quelque compliqués qu'ils soient, presque toujours apparents. Mis à découvert et largement accusés, ils se déchiffrent aisément dans d'immenses escarpements abrupts, placés au niveau ou au-dessus de l'observateur, tandis que dans les régions simplement ondulées ou montueuses, à formes arrondies ou émoussées, sans relief dominant, presque toujours couvertes d'une épaisse végétation, les effets de dislocation étant masqués et placés en partie au-dessous de l'horizon ou du plan de l'observateur, ce dernier est obligé de suppléer, par de longues et minutieuses recherches, à tout ce qu'il ne peut pas voir directement ; aussi, comme nous le disions en commençant cet ouvrage, l'étude stratigra-

phique des pays à couches horizontales doit-elle toujours précéder celle des régions où elles ont été dérangées par des soulèvements simples ou multiples.

La direction générale des redressements d'une chaîne de montagnes avait paru d'abord, non seulement une précieuse ressource pour déterminer l'âge des dépôts soulevés, mais encore un moyen qui pouvait à lui seul suppléer tous les autres. En effet, le principe élémentaire sur lequel repose ce mode de détermination est d'une telle simplicité, d'une telle évidence, qu'on a dû croire qu'il suffirait pour résoudre toutes les questions de ce genre; mais on n'a pas tardé à s'apercevoir que, si son application avait souvent conduit à d'heureux résultats, il était cependant loin de répondre à toutes les exigences d'une étude approfondie et détaillée d'une formation quelconque, considérée, soit sur une petite étendue, soit sur des points du globe très éloignés les uns des autres. Si l'on voulait étendre cette même application au delà des limites tracées par l'expérience, on courrait risque de tomber dans des erreurs non moins graves que celles qu'avait occasionnées l'emploi exclusif des caractères pétrographiques ou celui de la superposition dans les cas de renversement.

Changements organiques dans le temps.

D'autres causes d'erreur prennent leur source dans la disparition, l'altération ou la rareté des fossiles, dans la mauvaise détermination d'échantillons incomplets, dans une connaissance insuffisante des corps organisés de chaque formation ou sous-divisions de formation, et de leur véritable répartition dans les pays où ils ont été le mieux étudiés, enfin dans une fausse appréciation des lois et des causes de leur succession générale dans le temps et dans l'espace : c'est ce dernier point de vue que nous essaierons de développer ici.

Au fur et à mesure qu'on s'élève dans les différents étages d'une formation, on remarque que les fossiles présentent des modifications graduelles et continues, telles que, par leur *facies* ou l'ensemble de leurs caractères, les animaux de ces derniers dépôts sont plus voisins de ceux de la formation qui leur a succédé immédiatement que de ceux des premières couches de la formation à laquelle ils appartiennent. La cause de ce

fait général quelle qu'elle soit, à en juger par ses effets, nous paraît se traduire par une loi constante. Aussi, indépendamment des perturbations profondes qui, à certains moments et sur certains points, ont pu occasionner de brusques arrêts dans les sédiments et des changements correspondants parmi les animaux, il semble qu'on ne peut révoquer en doute l'existence d'un principe en vertu duquel l'organisme a sans cesse été modifié, de telle sorte que la même faune ne s'est jamais reproduite (1).

La faune d'une formation qui finit différant moins de la faune de celle qui la suit immédiatement que de celle de ses premiers dépôts, il n'y a pas de motifs suffisants pour attribuer à une cause violente, purement physique, la différence des corps organisés de deux formations ou sous-divisions consécutives, car pendant la durée de chacune d'elles, il s'est aussi opéré des changements non moins prononcés. Combien y a-t-il en effet d'espèces communes entre le lias ou l'oolithe inférieure et l'étage de Portland, entre la base du groupe néocomien et le gault, entre le grès vert supérieur ou la base de la craie tuffeau et la craie de Maëstricht, entre les sables du Beauvoisis et les sables moyens, etc.? Pour admettre l'influence exclusive des causes violentes, perturbatrices, il faudrait que ce fût l'inverse qui eût lieu; il faudrait, par exemple, qu'à la faune silurienne eût succédé la faune carbonifère, à la faune permienne celle du lias, à celle-ci celle du groupe néocomien ou du gault, à cette dernière celle du terrain tertiaire inférieur, et ainsi de suite.

Mais les intermédiaires qui viennent relier zoologiquement

(1) Certaines anomalies signalées en Bohème, dans les Alpes et peut-être ailleurs, quoique encore inexpliquées, ne peuvent balancer, pour nous, la généralité des faits sur lesquels on doit s'appuyer. Tout en les mentionnant avec soin, il faut laisser aux observateurs futurs la tâche de résoudre ces objections de détail. Elles n'ont d'ailleurs été citées jusqu'à présent que dans des terrains très tourmentés, et elles n'auront, pour nous, l'autorité de véritables exceptions que lorsqu'elles auront été observées dans des terrains parfaitement réguliers, horizontaux ou non dérangés de leur position première.

ces termes si éloignés les uns des autres, et avec lesquels on n'est encore parvenu que rarement à faire coïncider quelques phénomènes physiques, d'une étendue bornée dans un sens ou dans l'autre, montrent que ceux-ci n'entrent réellement pour rien dans le résultat général des transformations successives des types organisés ; autrement il y aurait des hiatus, ou, comme on l'a dit, des *lacunes*, et celles que l'on avait cru reconnaître disparaissent au contraire à mesure que les études paléontologiques et stratigraphiques deviennent plus complètes. La faune dévonienne, celle des marnes irisées sur les deux versants des Alpes, celles du groupe wealdien, du calcaire pisolithique, etc., en sont des exemples récemment introduits dans la science et auxquels l'avenir ne peut qu'en ajouter d'autres.

Si les changements physiques qui ont eu lieu sur une faible étendue, soit à la surface du sol émergé, soit au fond des mers, étaient la seule cause de ceux que l'on observe dans l'organisme, on ne voit pas pourquoi ces derniers seraient partout dans le même sens et partout aussi contemporains et corrélatifs. Pour ne prendre nos exemples que dans les animaux inférieurs, on ne peut pas admettre que ce soit les perturbations de l'écorce terrestre qui aient fait naître en même temps les trilobites et les Orthis, pour les faire disparaître graduellement, et pour remplacer les seconds, graduellement aussi, par les Spirifers et les *Productus;* ce ne sont point ces mêmes causes qui ont produit l'apparition presque simultanée des céphalopodes à cloisons persillées, successeurs des céphalopodes à cloisons simples ou peu ramifiées, avec les Bélemnites de l'époque du lias, pour amener leur extinction en même temps lors des derniers dépôts crétacés ; ce ne sont point elles non plus qui ont développé les rudistes seulement dans la dernière période secondaire, après laquelle, comme les céphalopodes précédents, ils cessent de se montrer, tandis que les Nummulites, inconnues jusque-là, viennent annoncer la première période tertiaire.

Ce que nous disons ici des familles et des genres s'applique également aux espèces qui se sont aussi succédé dans le même

ordre, et quant à ce que nous avons dit ailleurs (1) de certaines formes, qui, ayant pour ainsi dire assisté aux premières manifestations des forces organiques, ont continué à se montrer ensuite dans toutes les périodes et ont encore des représentants dans les mers actuelles, on conçoit que ce sont des exemples qui n'appuieraient ni l'une ni l'autre opinion.

Si des soulèvements plus ou moins étendus n'ont agi que suivant des fuseaux de la sphère terrestre, après l'un quelconque de ces phénomènes, les modifications organiques qu'il a pu occasionner ne se seront produites que dans un certain espace soumis à son influence, et, partout au delà, la faune qui existait aura continué à se perpétuer jusqu'à ce qu'un autre phénomène du même genre soit venu lui imprimer à son tour une influence analogue. Mais cette dernière ne s'étant pas propagée non plus jusqu'à la zone modifiée par le premier soulèvement, celle-ci a dû continuer à présenter les caractères que ce premier soulèvement lui avait fait prendre, et ainsi de suite (2); de sorte que les faunes, considérées dans leur ensemble, au lieu de se correspondre, à un moment donné, sur tous les points du globe et de se modifier en même temps et de la même manière, offriraient au géologue un enchevêtrement continuel de caractères et de variations qui ne s'accorderaient nulle part. Que le soulèvement se soit étendu sur tout un grand cercle de la sphère ou sur une portion seulement, l'objection reste d'ailleurs la même.

Une autre conséquence probable de l'influence exclusive

---

(1) D'Archiac et de Verneuil, *Mem. on the fossils of the older deposits*, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. VII, p. 334, 1842).

(2) Nous ne posséderons sans doute jamais les données nécessaires pour apprécier à cet égard l'influence d'un soulèvement quelconque, car il faudrait connaître, outre sa direction et son étendue en longueur, la surface qu'il a affectée, l'élévation à laquelle cette surface a été portée sur ses divers points, enfin la vitesse du mouvement; mais il est facile de voir que son effet a dû être très restreint, et que, relativement à celle qui régit la succession générale des êtres organisés, cette influence est comparable à ce que nous avons dit du métamorphisme de contact, par rapport au métamorphisme en grand.

qu'auraient eue les mouvements brusques et violents, c'est que, par cela même qu'elle était plus ou moins limitée, il devrait se retrouver, dans quelques unes des mers actuelles, des représentants des formes anciennes, tels que les trilobites qui se seraient perpétués pendant le règne des Ammonites, des Bélemnites, des rudistes, etc. Dans quelques autres, les Orthis ou des *Productus* auraient vécu en même temps que les Cranies, les Thécidées, etc., et, outre que les faunes auraient persisté plus longtemps sur un point que sur d'autres, on devrait apercevoir, comme on l'a déjà dit, des retours à des faunes antérieures, déterminés par des circonstances analogues de température, de profondeur d'eau, de courants marins, de nature du fond, etc. Mais loin de là, une formation étudiée sur les divers points où se déposaient dans le même moment des sables, des argiles, des marnes ou des calcaires, offre toujours l'application de la même loi; les formes organiques ne sont nulle part interverties, et, sans être spécifiquement identiques, les types principaux, ou le *facies*, en un mot, de la base, du milieu et des derniers dépôts de cette formation, sont partout comparables.

Ainsi les formes qui ont une fois disparu ne se montrent plus; leur rôle est accompli; elles font place à d'autres qui disparaissent à leur tour, et si Linné a dit avec raison *natura non facit saltus*, on peut dire également *non retroit natura*. Nous voyons ces types naître, se développer, puis s'éteindre en même temps, sous toutes les latitudes, sous tous les méridiens, ou seulement influencés, dans les périodes les plus récentes, par des zones isothermes plus ou moins comparables à celles de nos jours. Mais que les couches soient concordantes sur des épaisseurs de huit à dix mille mètres, comme dans l'Amérique du Nord, ou que celles du même âge nous offrent des discordances à divers niveaux, comme dans l'ouest de l'Europe, qu'elles soient horizontales comme en Russie, ou bien redressées, plissées, tourmentées de mille manières, comme en Belgique et dans les îles Britanniques, les changements survenus dans les animaux, depuis la faune silurienne jusqu'aux derniers sédiments carbonifères, n'ont été ni plus lents ni plus rapides; toujours

et partout la nature organique semble avoir marché du même pas, insouciante en quelque sorte de ces accidents de l'écorce terrestre qui, quelque grands qu'ils nous paraissent, ont été cependant trop faibles pour l'atteindre, trop limités pour troubler ses lois.

Si, d'une part, les données géométriques, accumulées chaque jour, puis fécondées et systématisées par de sérieuses méditations et d'élégantes formules, viennent ouvrir un nouvel et vaste horizon aux spéculations les plus élevées sur la physique du globe, de l'autre les données paléontologiques se multiplient également, et, sans suivre une direction parallèle et concordante, viennent prouver l'indépendance générale des deux ordres de phénomènes. Or les résultats paléontologiques paraissent être ceux dont la constance et l'universalité ont le plus contribué à établir la relation des dépôts dans l'espace et leurs différences dans le temps.

Sans doute des soulèvements et des abaissements fort lents de portions plus ou moins étendues du fond des mers, des changements de direction des courants, modifiant la température et les sédiments, ainsi que d'autres causes locales extérieures qui agissent encore sous nos yeux, quoique difficilement appréciables, vu le peu de durée des termes de comparaison dont nous disposons, ont apporté des changements corrélatifs dans les êtres organisés; mais, s'il n'y avait pas eu un principe indépendant de ces mêmes causes séculaires, il en serait résulté, comme des causes instantanées dont nous venons de parler, que les familles, les genres, les espèces même auraient pu se perpétuer indéfiniment par des déplacements ou migrations, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et, comme depuis le premier développement de l'organisme il y a toujours eu des eaux à la surface du globe, les familles, les genres et les espèces n'auraient pas été successivement remplacés dans le même ordre, et pour ainsi dire en même temps, de telle sorte qu'à un moment donné les diverses mers nourrissaient des animaux comparables.

Il semble donc, en résumé, que les phénomènes physiques, soit lents et graduels, soit brusques et d'une grande énergie,

qui n'ont cessé de modifier le relief de la terre, ayant été locaux, irréguliers et accidentels, ont amené parmi les êtres organisés des changements très bornés aussi, dont on peut souvent tracer encore les limites et déterminer le plus ou moins d'importance, mais qu'ils n'ont pu être la cause des modifications continues, régulières et générales qu'ont éprouvées ces mêmes êtres depuis les premiers âges géologiques jusqu'à nous, qui voyons se développer, non pas sans doute le dernier terme de cette longue série, mais celui que la présence de l'homme devait caractériser.

Ce qu'écrivait Alex. Brongniart, il y a plus de trente ans, est donc encore l'expression la plus nette de la véritable théorie des terrains sédimentaires, et il fallait une sagacité bien rare pour s'exprimer ainsi, alors que l'application de la connaissance des fossiles à la détermination de l'âge des couches était à peine comprise.

« Je regarde donc, dit le célèbre collaborateur de Cuvier, » les caractères d'*époque de formation* tirés de l'analogie des » corps organisés comme de première valeur en géognosie et » comme devant l'emporter sur toutes les autres différences, » quelque grandes qu'elles paraissent; ainsi lors même que » les caractères tirés de la nature des roches, et c'est le plus » faible, de la hauteur des terrains, du creusement des vallées, » même de l'inclinaison des couches et de la stratification con- » trastante, se trouveraient en opposition avec celui que nous » tirons des débris organiques, j'attribuerais encore à celui-ci la » prépondérance, car toutes ces différences peuvent être le » résultat d'une révolution et d'une formation instantanée qu » n'établissent point en géognosie d'époque spéciale (1). »

Changements organiques dans l'espace.

On a remarqué depuis longtemps, et cette observation est encore vraie aujourd'hui, que les faunes géologiques sont d'autant plus variées qu'elles sont plus récentes, et qu'en outre, considérées à un même moment, sur divers points du globe, elles diffèrent d'autant plus les unes des autres sur ces points

(1) *Description géologique des environs de Paris*, p. 93, *nota*, in-4. 1822.

qu'elles sont prises à une époque plus rapprochée de nous; d'où il suit que, non seulement les faunes présentent des types plus nombreux à mesure qu'on s'élève dans la série des terrains, mais encore que la diversité des formes, à un instant donné, suit la même loi.

Lorsque l'on considère la faune de deux dépôts contemporains très éloignés géographiquement ou dans l'espace, on doit donc s'attendre à leur trouver d'autant moins d'analogie qu'ils sont plus récents, et les faunes actuelles des diverses parties de la terre semblent nous offrir, en effet, le maximum des différences en même temps que la plus grande variété des types (1). Ces résultats, applicables comme tout ce qui précède au règne végétal, sont, comme on l'a souvent remarqué, en harmonie avec les effets de l'origine présumée de notre planète, car l'uniformité des climats dut être d'autant plus grande que la température de la surface dépendait moins de l'action solaire et des vicissitudes des saisons que celle-ci détermine.

Suite de la formation crétacée.

Le volume précédent a été consacré à l'étude de la formation crétacée dans les parties de l'Europe occidentale, où elle a été jusqu'à présent décrite avec le plus de soin et où elle paraît offrir les caractères les plus variés, les sous-divisions les plus nombreuses et les fossiles les plus abondants. Ces diverses circonstances concourent à nous faire regarder cette première partie de notre travail comme offrant les meilleurs points de comparaison pour ce que nous avons à dire des dépôts du même âge dans le reste de l'Europe et les autres régions du globe. Nulle part encore les sédiments crétacés ne se sont montrés aussi compliqués que dans les îles Britanniques, la France et les pays voisins : aussi ne doit-on pas s'attendre à retrouver souvent ailleurs cette série d'étages et d'assises que nous avons décrite; nos quatre groupes mêmes ne se présen-

(1) Voyez surtout, à ce sujet, *Facts and principles*, etc.: Faits et principes relatifs à l'origine et à la distribution géographique des mollusques, par T. Bland (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. XIV, p. 389, 1852).

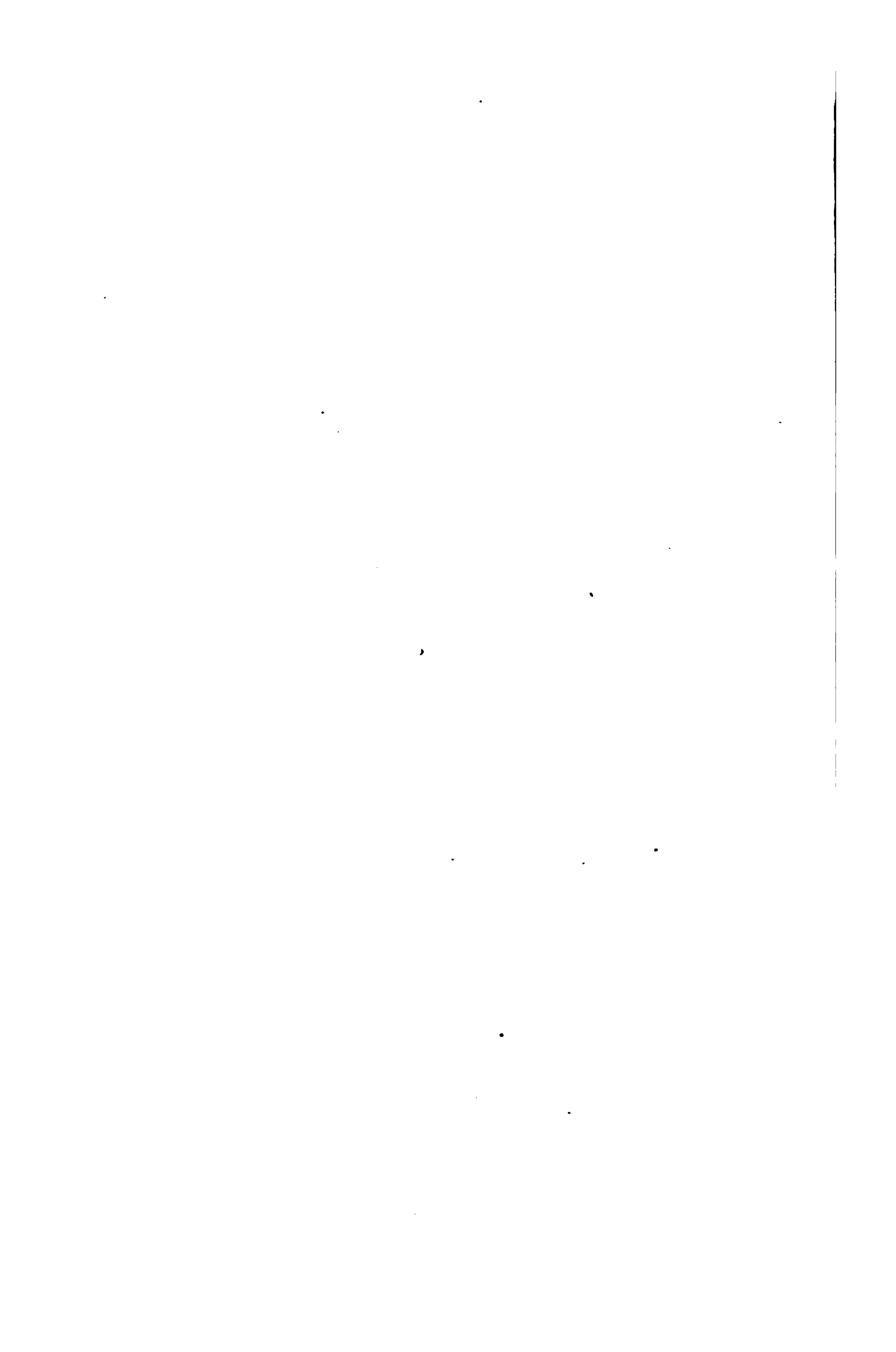
teront que bien rarement réunis, quoique ce soient les divisions dont les caractères se maintiennent seuls avec une certaine constance au delà du champ assez restreint que nous avons parcouru.

L'obligation de nous conformer autant que possible aux limites politiques des pays, combinées avec celles des accidents orographiques et hydrographiques du sol, nous a déjà fait décrire simultanément, ou du moins rapprocher, plus que nous ne l'aurions fait si nous avions suivi une marche exclusivement géologique ou stratigraphique, des dépôts crétacés du nord et d'autres du sud ou méditerranéens. Cette obligation a eu l'avantage de nous faire exposer tout de suite les caractères que prend la formation sous des latitudes différentes, et en nous y conformant encore, elle nous écartera moins que précédemment d'une description naturelle de ces mêmes caractères.

Une connaissance plus complète de ces dépôts ne permet plus de distinguer aujourd'hui, d'une manière rationnelle, une zone crétacée septentrionale et une zone crétacée méridionale ou méditerranéenne; les groupes et les principaux étages du nord se montrent au sud, et réciproquement. Les motifs qui avaient accrédité cette division géographique, qu'on croyait en rapport avec des différences géologiques, étaient déduits des caractères pétrographiques des roches et de la présence ou de l'absence de certains fossiles. Les différences pétrographiques sont réelles, mais elles tiennent principalement aux circonstances que nous venons de rappeler, c'est-à-dire que, sur presque tout le périmètre de la Méditerranée, les roches de cette formation, ayant été plus ou moins redressées et disloquées et se trouvant même parfois dans le voisinage des causes de ces dérangements, ont pris un aspect tout différent de celui qu'elles avaient dans l'origine et qu'ont, au contraire, conservé celles des îles Britanniques, du nord de la France, des Pays-Bas, des provinces baltiques, du nord et du centre de l'Allemagne, de la Pologne, de la Russie et de la Crimée.

Quant à l'existence des rudistes, si répandus au sud à plusieurs niveaux de la formation, ils ne manquent pas absolument dans le nord, et les céphalopodes à cloisons persillées, si

fréquents dans cette dernière région, occupent encore au sud les mêmes horizons. Les groupes supérieurs affectent des caractères particuliers dans le bassin de la Loire, sur le versant sud-ouest du plateau central de la France comme sur le versant nord des Pyrénées occidentales, de la chaîne cantabrique, sur le périmètre du bassin des Castilles et en Portugal, où manquent les groupes inférieurs ; mais à l'est, tous reprennent leurs caractères propres, là où ils se sont développés. Les uns se sont étendus dans certaines directions, les autres dans d'autres, sans qu'on puisse y tracer de limites parfaitement tranchées. Dans certains groupes ou étages, les caractères que l'on croyait propres à la région du sud s'étendent fort loin vers le nord, et dans d'autres, les fossiles qui les caractérisent au nord continuent à se faire remarquer dans la région méridionale. Il n'y a donc pas eu de succession parallèle et continue des dépôts sur chaque point, et les formes ou contours des rivages ont souvent été modifiés pendant cette longue série de sédiments variés, depuis les premières couches néocomiennes jusqu'à la craie supérieure de Maëstricht.



CHAPITRE PREMIER.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

§ 1. Portugal.

Quelques observations géologiques avaient été déjà faites en Portugal (1), mais ce n'est guère que des publications de M. D. Sharpe que datent la connaissance exacte des roches sédimentaires de ce pays et celle de leurs relations avec les roches ignées et granitiques. Dans un premier mémoire sur les environs de Lisbonne (2), ce géologue a divisé les formations secondaires en *calcaire à Hippurites*, *grès rouge*, *calcaire d'Espichel*, *argile schisteuse*, *calcaire de San-Pedro*, et *conglomérat rouge ancien.* Ses études ultérieures n'ont pas modifié les relations ni les caractères qu'il avait d'abord reconnus dans ces diverses assises, mais un examen plus complet des fossiles lui a fait adopter un groupement plus naturel, et rectifier sur sa carte plusieurs limites géologiques. Aussi réunirons-nous les principaux détails de son premier travail à ceux qu'il a publiés dix ans après, sur le district secondaire du Portugal, placé au nord du Tage (3). On a vu (*antè*, vol. II, p. 828) quels étaient les dépôts tertiaires de ce pays, et (*antè*, vol. III, p. 356) quelles étaient les roches pyrogènes qui les avaient immédiatement précédés.

Calcaire à Hippurites.

Le *calcaire à Hippurites*, le plus récent des étages secondaires des environs de Lisbonne, est, comme on l'a dit, recouvert ordinairement par le basalte, et repose sur le grès rouge. Il comprend des bancs dont la composition et la texture très variables donnent des calcaires argileux et tendres, ou bien des calcaires solides

(1) D'Eschwege : Roches ignées et sédimentaires des environs de Lisbonne (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. IV, cah. 1, p. 395), avec des figures d'Hippurites. — Coupe de la sierra d'Arrabida à la sierra de Cintra (*ibid.*, vol. V, cah. 2, p. 365 ; — *ib.*, vol. VI, p. 264).

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 28, 1839. — *Transact.*, *id.*, vol. VI, p. 115, 1841.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 135, 1849, avec 11 pl. de fossiles.

et même de beaux marbres. Il est très développé au nord et à l'ouest de la capitale, mais il ne paraît pas s'étendre au sud, et sa puissance totale dépasse 130 mètres. Il constitue trois lambeaux séparés : l'un, à l'ouest de la ville, est relevé en formant une selle dont l'axe court N. 30° O., et de chaque côté de laquelle les couches plongent en sens inverse sous des angles de 5° à 10°. Malgré quelques accidents particuliers, les mêmes fossiles se représentent dans chaque strate, et l'on en trouve un grand nombre dans les carrières des deux côtés de la vallée d'Alcantara.

Un second lambeau s'étend de la baie de Cascaes, au N.-E., presque jusqu'à Loures, pour se continuer à l'E., le long du rivage, vers Passo d'Arcos. Plusieurs collines calcaires sont surmontées de masses basaltiques, souvent couronnées elles-mêmes par des couches tertiaires. Entre Oeiras et le fort Saint-Julien, le calcaire est immédiatement recouvert par des dépôts de l'étage d'Almada avec ses fossiles ordinaires. Enfin, le reste du calcaire à Hippurites peut se suivre, depuis Montelavar et Pero Pinheiro jusqu'aux collines situées immédiatement au sud de Bucellas, où l'on en voit de bonnes coupes dans le ravin de Tojal. A Pero Pinheiro les carrières fournissent beaucoup de fossiles. Cet étage ne se continue pas au nord de Bucellas ni au delà des environs de Lisbonne ; mais M. Sharpe croit qu'il peut exister dans le voisinage de Séville, où l'église de l'hôpital de Sangre est construite avec un calcaire semblable à celui de Pero Pinheiro et renfermant les mêmes corps organisés.

Toutes les espèces connues dans ces divers bancs, ou 45 pour 100, appartiendraient à la *craie* ou au *green sand* d'autres pays, et l'auteur place ces bancs sur l'horizon de la craie du nord de l'Europe. 55 pour 100 seraient nouvelles, et il n'y aurait ni céphalopodes, ni brachiopodes. Près de Lisbonne on rencontre les espèces suivantes :

Astræa? Echinus olisiponensis, n. sp., *Brissus scutiger*, id., *Pholadomya ligeriensis*, d'Orb., *Cyprina cordata*, n. sp., *C. globosa*, id., *Isocardia cretacea*, Gold., *Cardium corrugatum*, n. sp., *C. olisiponense*, id., *Diceras Fravri*, id., *Arca Moutoniana*, d'Orb., *A. olisiponensis*, n. sp., *A. Passyana*, d'Orb., *Perna fragilis*, n. sp., *Avicula olisiponensis*, n. sp., *Pecten inconstans*, n. sp., *P. striato-costatus*, Gold., *Exogyra olisiponensis*, n. sp., *E. plicata*, Lam., *Ostrea globosa*, Sow., *Caprinula brevis*, n. sp., *C. Boissyi*, d'Orb., *C. d'Orbignii*, n. sp., *C. Doublieri*, d'Orb., *Sphærulites angeiodes* (*Radiolites*, *id.*, Lam.), *S. cylindracea*, Des Moul., *S. ponsiana*, d'Arch., *Radiolites Sauvagesii*, d'Orb.,

R. ventricosa, Lam., *Nerinea Eschwegii*, n. sp., *N. nobilis*, Gold., *N. olisiponensis*, n. sp., *Tylostoma globosum*, id., *T. ovatum*, id. Les couches les plus basses d'autres localités ont présenté l'*Anomia convexa*, Sow., *Arca Moutoniana*, d'Orb., *Artemis elegantula*, n. sp., et *Cardium corrugatum*, id.

Ces espèces, dont quelques unes sont peut-être douteuses, permettraient, à peu d'exceptions près, d'assigner l'âge des assises qui les renferment avec plus de précision que ne l'a fait M. Sharpe qui les rapporte aux horizons si vagues, exprimés par les mots *craie* et *green sand*. Ces assises nous semblent pouvoir être mises en parallèle avec le second étage et la partie supérieure du troisième dans le sud-ouest de la France, ou bien avec la craie micacée du bassin de la Loire. Il serait alors possible qu'une nouvelle étude, faite à ce point de vue, permît de diviser encore en deux les assises réunies par l'auteur sous une désignation commune.

Grès rouge et calcaire d'Espichel.

Le calcaire à Hippurites repose, avec une concordance qui n'est qu'apparente, sur un ensemble fort étendu et fort complexe de couches arénacées, dans lequel, malgré sa grande épaisseur, il ne paraît pas possible d'établir de sous-divisions naturelles. Il comprend à la fois le grès rouge et le calcaire d'Espichel du premier mémoire de M. Sharpe, c'est-à-dire des alternances de sable, de grès et de calcaires qui représenteraient, selon lui, quoique avec un développement beaucoup plus considérable, les assises qui, en Angleterre, sont placées entre la craie et la formation jurassique. Mais nous verrons que ce rapprochement est au moins très hasardé, et que l'auteur eût probablement trouvé des analogies plus réelles en les cherchant sur d'autres points moins éloignés que les îles Britanniques.

Quoi qu'il en soit, cette série de strates s'étend de la baie de Cascaes à l'embouchure de la Vouga, et borde la côte du Portugal, sur une étendue de 150 milles, excepté à l'extrémité des collines de Cintra, qui atteignent la mer, et à la pointe du cap Mondego. La largeur de cette bande varie de 20 à 40 milles; souvent la continuité des strates est interrompue, soit par les granites de Cintra, soit par divers chaînons de calcaires jurassiques contre lesquels ils s'appuient, soit enfin par l'apparition des trapps en plusieurs points. La difficulté de subdiviser cette série résulte de la ressemblance des bancs calcaires à divers niveaux, et des fausses apparences de la stratification dans les sables ferrugineux. Lorsque le calcaire manque, tout le pays est occupé par de grandes masses de sable et de graviers, tout à fait comparables à des dépôts diluviens et dont on ne

peut guère assigner le plongement ni la direction. Les fossiles, extrêmement rares dans les couches arénacées, abondent au contraire dans les calcaires, où leurs différences, suivant les localités, permettent de se faire une idée, quoique encore incomplète, de l'âge relatif des couches observées dans les diverses parties du district.

Au nord et à l'ouest de Lisbonne les calcaires dominent dans une zone qui s'étend à 15 et 40 milles de cette ville; plus loin vers le N. ils sont moins fréquents. Ils paraissent constituer des dépôts locaux, subordonnés à la grande masse arénacée, et M. Sharpe, qui les compare aux bancs de *kentish rag* du troisième étage du grès vert inférieur d'Angleterre (*antè*, vol. IV, p. 70) serait porté à les regarder comme du même âge, mais nous verrons que les fossiles qu'on y trouve ne confirment nullement cette conjecture.

Si, à partir de la Vouga on s'avance vers le sud, le système est formé de grès grossier, peu solide, et de sable imparfaitement stratifié, ressemblant à celui du gravier superficiel. A Serdao ils inclinent de 5° au S.-E. et recouvrent transgressivement un grès rouge d'une autre formation, qui plonge de 30° au S. Près de Mamarosa, quelques lits calcaires, subordonnés avec *Pecten quinque-costatus*, Sow., *Exogyra conica*, id., et *Diadema lusitanicum*, n. sp., seraient, suivant l'auteur, les équivalents du grès vert supérieur, rapprochement incompatible avec la supposition énoncée plus haut, si cette dernière pouvait être fondée. D'autres, situés à 6 milles au nord de Coïmbre, reposent sur un sable meuble et renferment: *Pecten quinque-costatus*, Sow., *Exogyra conica*, id., *Plicatula pectinoides*, id., *Natica bulimoides*, Leym., *Nerinea cylindrica*, Voltz, *N. coimbrica*, n. sp., *Tylostoma ovatum*, id., *T. globosum*, id., et *T. punctatum*, id., fossiles qui, à l'exception de la Nérinée, regardée comme identique avec une espèce du groupe jurassique supérieur, permettent de placer ces couches immédiatement sous les calcaires à Hippurites, avec lesquels elles ont deux espèces communes de Tylostomes.

Les calcaires précédents se prolongent au S.-O. vers San-Fagundo, puis vers Condeixa, où prédominent les Tylostomes. Dans cette dernière localité le groupe est surmonté d'un puissant dépôt de travertin encore en voie de formation. Depuis Coïmbre, la Mondego parcourt une large vallée marécageuse qui se trouve sur la ligne des grandes failles. Le calcaire jurassique de cette ville est recouvert transgressivement par les sables ferrugineux et des marnes avec des calcaires subordonnés, au-dessus desquels vien-

nent d'autres sables et des grès friables. L'*Exogyra conica* est très répandue dans la plupart des calcaires dont nous venons de parler. A Montemor-Velho, ces couches sont adossées à des collines de calcaires du lias ou de l'oolithe inférieure.

Le grès grossier, placé sur le calcaire oolithique inférieur de Mayorca, est surmonté d'un calcaire argileux blanchâtre, de 30 à 35 mètres d'épaisseur, et plongeant de 15° au S.-S.-O. Il forme la rive septentrionale de la Mondego, sur une longueur de 6 milles, et passe sous la ville de Figueira. On trouve sur ce dernier point: *Echinopsis subuculus*, n. sp., *Cidaris lœviuscula*, Ag., *Brissus subdepressus*, n. sp., *Toxaster Couloni ?*, Ag., *Pecten Dutemplei*, d'Orb., *Exogyra conica*, Sow., *E. columba*, Gold., très abondante, *Turritella Vibrayeana*, id., *Turbo Mundœ*, n. sp., *Nerinea Mundœ*, id., *Tylostoma Torrubiœ*, id., fossiles qui indiquent encore le second groupe de la formation crétacée, et même presque sa partie inférieure, au lieu des parties élevées de la même série, comme le suppose M. Sharpe. L'extrême abondance dans cette localité de l'*Exogyra columba*, qui n'a encore été trouvée nulle part ailleurs en Portugal, jointe aux caractères pétrographiques du calcaire, à sa grande épaisseur, à sa compacité et à quelques fossiles particuliers, peut faire considérer son niveau comme distinct de tous les autres et le faire servir d'horizon pour classer ces derniers; car, de même que le calcaire à Hippurites nous a offert l'équivalent de certaines assises de l'ouest de la France, de même le calcaire argileux blanchâtre dont on vient de parler représenterait la base du troisième étage du Périgord, de l'Angoumois et de la Saintonge, ainsi que la couche à ostracées du bassin de la Loire.

On passe graduellement de ce calcaire au grès de Buarcos, qui est dessous, et, de celui-ci à la base de la série jurassique du cap Mondego, il semble aussi y avoir une continuité parfaite; mais ce n'est en réalité qu'une fausse apparence; car lorsqu'on s'avance vers le sud, on rencontre des assises crétacées plus anciennes que celles de Figueira et de Buarcos, et des calcaires jurassiques plus récents que ceux du cap Mondego. Il y aurait eu ainsi une interruption complète dans la série, suivant une ligne où l'inclinaison change à l'ouest de Buarcos. C'est la ressemblance des grès et des sables d'âges différents qui contribue à cette illusion.

Excepté près de Figueira, tout cet ensemble de couches, au nord de Mondego, court N.-N.-E., S.-S.-O., avec une faible inclinaison à l'O.-N.-O., présentant la coupe suivante en allant de haut en bas :

1. Sable, dans toute la partie nord-ouest du district.
2. Sable et grès friables, avec des bancs calcaires alternants et remplis d'*Exogyra conica*.
3. Sables et grès.
4. Calcaires de Sarjento-mor, San-Fagundo, Condeixa et des collines à l'ouest de Montemor. Les Tylostomes y sont très répandus.

Cette série bien continue recouvre la suivante, mais peut-être y aurait-il eu entre elles une lacune :

5. Calcaire de Figueira, avec *Exogyra columba*, etc.
6. Grès et psammites développés entre Figueira et Buarcos.

A l'ouest de Condeixa, ce système de couches est séparé de son prolongement occidental par un étroit chaînon de calcaires jurassiques, qui se continue à 40 milles au nord de Lisbonne. De l'embouchure de la Mondego à Leiria règnent des sables et des grès friables, avec peu de calcaires et recouverts de gravier. Cette région, comme celle qui est au sud-ouest d'Aveiro, appartient probablement à la partie supérieure du système, et il en est encore de même entre Leiria et Redinha. La première de ces villes est bâtie sur une masse de trapp qui a soulevé et altéré les couches en contact. Sur son côté oriental, un banc calcaire plongeant de 45° à l'E. recouvre le trapp, puis au delà les sables ferrugineux et les graviers occupent une surface de 4 milles d'étendue. Ceux-ci surmontent un calcaire de près de 30 mètres d'épaisseur, qui plonge de 5° au N.-O. et qui est rempli d'*Exogyra plicata*, Lam., d'autres ostracées, etc. L'ancienne cité d'Ourem est assise sur un calcaire compacte, blanc, presque horizontal, avec *Exogyra plicata*, Lam., *Mytilus ornatus*, d'Orb., et un *Cidaris*. Les sables ferrugineux règnent de nouveau à l'est de ce point, et toute la série vient s'appuyer contre la chaîne de calcaire jurassique. L'*Exogyra plicata* tend à y remplacer l'*E. conica*, si répandue au nord de Mondego, et elle devient plus abondante encore au sud, de telle sorte qu'autour de Lisbonne elle caractérise particulièrement la moitié supérieure de cet ensemble de couches.

Au sud de Leiria, la roche principale est aussi un sable grossier, ferrugineux, mais les alternances de calcaire sont plus fréquentes. Les lits très dérangés affectent des inclinaisons très variées, produites par les roches ignées dépendantes du trapp de Leiria. Près de Batalha, les strates reprennent leur plongement ordinaire de 10° au N.-N.-O., et renferment la *Corbula carinata?*, d'Orb. Des bancs calcaires passant par Aljubarota courent S.-S.-O. avec une incli-

naison qui varie de 5° à 10°. On y trouve la *Perna lanceolata*, Gein. et le *Lithodomus prælongus*, d'Orb. ? ; puis au-dessous, un autre calcaire a présenté la *Terebratula Moutoniana*, d'Orb. Ces assises s'appuient contre les calcaires jurassiques, et, jusqu'à la mer, montrent encore les sables et les grès ferrugineux de la partie supérieure. Ceux-ci, près de Lisbonne, sortent, comme on l'a dit, de dessous le calcaire à Hippurites, suivant une ligne qui longe la côte de la baie de Cascaes, presque jusqu'à Loures, avec un plongement au S.-O. On y trouve quelques lits de marnes rouges et panachées, des lignites, puis au-dessous une grande épaisseur de calcaire alternant avec des grès auxquels succèdent des argiles schisteuses fossilifères. Ces assises entourent les collines de Cintra, dans le voisinage desquelles elles sont redressées. Cette partie inférieure de la série, désignée d'abord par M. Sharpe sous le nom de calcaire d'Espichel, fait en réalité partie du même ensemble de couches que ce qui est au-dessus.

Calcaire de San-Pedro et argiles schisteuses.

Le calcaire de San-Pedro et les argiles schisteuses, bien caractérisés sur le côté oriental des collines de Cintra, s'arrêtent un peu au nord du village de San-Pedro, et, de Cintra à la côte, les calcaires reposent immédiatement sur le granite. Au contact de cette dernière roche, ils sont à l'état de marbre semi-cristallin. Dans la falaise septentrionale du cap Rock, les couches les plus basses, appuyées contre le granite, sont presque verticales; les calcaires sont très altérés et les fossiles déformés. Parmi ceux-ci, une Arche de dimensions gigantesques est surtout fort abondante. Les bancs qui viennent au-dessus, dans les environs de Praja de Adrarga, Praja de Macams, Praja de Lagoa, au nord des collines de Cintra, sont aussi remplis de fossiles, dont toutes les espèces connues, excepté la *Nerinea cylindrica*, appartiennent à la *craie* ou au *green sand*, suivant les expressions de l'auteur. Beaucoup d'entre elles remontent jusque dans les calcaires à Hippurites de Lisbonne, et représenteraient, comme on l'a dit précédemment, la partie moyenne de la formation crétacée de ce pays.

M. Sharpe cite ensuite : *Diadema rude*, n. sp., *Pholadomya royana ?*, d'Orb., *Cardium corrugatum*, n. sp., *Artemis inelegans*, n. sp., *Diceras Favri*, n. sp., *Trigonia caudata*, Ag. (*T. scabra*, Morr.), *Exogyra plicata*, Lam., *Pecten quinque-costatus*, Sow., *P. striato-costatus*, Gold., *Ostrea prælonga*, n. sp., *O. colubrina*, Lamk., *Anomia convexa*, Sow., *Anomia lævigata*, id., *Sphærulites marticensis*, d'Orb., *Nerinea Titan*, n. sp.,

N. olisiponensis, id., *N. Archimedis*, d'Orb., *N. cylindrica*, Voltz, *Pyramidella sagittata*, n. sp., *Natica prælonga*, Desh., *Turritella cintrana*, n. sp., *T. Renauxiana*, d'Orb. Or il est difficile de conclure quelque chose d'un pareil mélange d'espèces néocomiennes et de la craie tuffeau avec un nombre à peu près égal d'espèces nouvelles.

A Praja de Adrarga et Praja de Macams, les trapps, arrivés au jour pendant le dépôt des calcaires, se sont irrégulièrement introduits entre leurs bancs ou les ont dérangés. Ces trapps forment une bande autour des collines de Cintra, et percent les différentes roches qui circonscrivent le granite. Les bancs de la partie calcaire moyenne se prolongent l'espace de plusieurs milles au nord de Cintra, puis au delà de Mafra et d'Ericiera, reposant sur les sables ferrugineux que l'on retrouve sur le chemin de Caldas, avant d'atteindre Torres-Vedras.

La partie inférieure de la formation est bien développée au nord-est de Lisbonne, le long du Tage, depuis les environs de Verdelha jusqu'à Villa-Franca. Le soulèvement des roches jurassiques de Monte-Junto s'est continué avec moins d'intensité vers le sud jusqu'à Alhandra, relevant tous les bancs crétacés inférieurs et formant un axe anticlinal qui aboutit au Tage en cet endroit. De Bucellas à Refugidos, sur une étendue de 7 milles 1/2, on traverse les couches de bas en haut; elles plongent de 10° au S.-O. L'axe du soulèvement passe près de la dernière de ces villes, au delà de laquelle les couches se représentent avec un plongement inverse.

Dans les calcaires des environs de Sobral, que M. Sharpe nomme *calcaires coralliens*, et qui constituent deux chaînes, dont la plus orientale court au nord-ouest de Villa-Franca, par Alenquer et Alcoentre, et l'autre, partant du Tage au-dessus d'Alhendra, forme la ligne de défense de Wellington à Sobral, ce géologue cite, outre un grand nombre d'espèces nouvelles, une réunion de fossiles jurassiques et crétacés dont nous ne pensons pas qu'on puisse rien déduire, et qui nous paraissent exiger un nouvel examen, tant sous le rapport zoologique que sous celui de leur gisement. Néanmoins, M. Sharpe, trouvant que les espèces du *green sand* (probablement le grès vert inférieur) dominent parmi elles, range ces couches dans la formation crétacée, conclusion que confirmeraient suivant lui leur position comme leurs caractères stratigraphiques et minéralogiques. Il explique le passage des espèces d'une formation dans l'autre par l'absence du groupe wealdien; mais peut-être, ajoute-t-il

ensuite, cès couches représenteraient-elles ce groupe lui-même ?

Vues générales.

Les considérations qui suivent semblent prouver que l'auteur du mémoire que nous venons d'analyser n'avait pas une connaissance complète du parallélisme du groupe néocomien des diverses parties de la France, de la Suisse et de l'Allemagne, avec le grès vert inférieur (*lower green sand*) de l'Angleterre. Nous ferons remarquer d'ailleurs qu'en Portugal toute la faune du gault manque au-dessous des calcaires à Hippurites, ou mieux du niveau de l'*Exogyra columba*, ainsi que la faune crétacée du quatrième étage du bassin de la Loire et de la zone sud-ouest de la France, laquelle se retrouve au contraire sur le versant nord des Pyrénées, dans le Guipuscoa, la province de Santander et les Asturies, où l'on n'observe ni gault ni groupe néocomien.

Les couches crétacées du Portugal offriraient en outre une triple anomalie sous le rapport de leurs fossiles, puisqu'elles différeraient de celles du quatrième étage dont nous venons de parler et dont elles semblent cependant occuper la place. Elles ne représentent point le gault qui manque tout à fait, ni le groupe néocomien dont on ne trouve qu'un petit nombre d'espèces, peut-être assez mal caractérisées et associées à des fossiles jurassiques, ce que nous n'avons encore observé nulle part. Les doutes que nous avons émis plus haut sur la détermination spécifique des fossiles et sur leur gisement paraissent donc, quant à présent, suffisamment justifiés.

M. Sharpe a joint à ce travail géologique une description des fossiles qu'il avait recueillis dans les couches dont nous venons de parler, puis il a donné des remarques sur le genre Nérinée, avec l'indication des espèces trouvées en Portugal (1). Il résulte, pour nous, de la distribution des espèces, telle que l'expose l'auteur, que celles-ci sont beaucoup plus répandues et de dimensions plus grandes dans le sud que dans le nord de l'Europe, qu'elles sont plus abondantes aussi dans le quatrième groupe de la formation que dans le second, et qu'elles manquent dans le troisième. La courte période du gault fut aussi peu favorable à ces coquilles que celle de la craie blanche, dans laquelle le genre s'est complétement éteint (2).

(1) *Remarks on the genus*, etc. Remarques sur le genre *Nerinea*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 101, 1849, 2 pl.).

(2) On sait aujourd'hui que ce genre a continué à se montrer, quoique très rarement, jusque dans la période tertiaire inférieure.

M. Sharpe a proposé, de plus, le genre *Tylostoma* pour des moules imparfaits de coquilles gastéropodes des couches crétacées des environs de Lisbonne (1).

Enfin, M. H. P. de Collegno (2) a aussi observé le contact des calcaires avec les granites de Cintra et les couches à Hippurites situées à l'ouest de Lisbonne; mais entre cette dernière ville et Oporto il n'a rien ajouté aux remarques précédentes.

§ 2. Espagne.

Travaux divers sur le versant sud des Pyrénées.

Au sud des Pyrénées comme au nord de cette chaîne, c'est aux belles recherches de M. Dufrénoy (3) que l'on doit la distinction nette et tranchée des dépôts secondaires, et en particulier de ceux qui constituent la formation crétacée. Sur le versant espagnol, de même qu'au pied du versant français, ce savant a parfaitement tracé la limite des deux divisions établies dans la formation. Déjà nous avons mentionné la première ou la plus récente sous le nom de *formation* ou mieux de *groupe nummulitique* (4) (*antè*, vol. III, p. 1), et il nous reste à rappeler que la seconde, marquée sur la carte géologique de la France (5) par la teinte verte qui accompagne et borde constamment la précédente au nord, représente seule au-

(1) *Ibid.*, vol. V, p. 376, pl. 9, 1849.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 344, 1850.

(3) *Mém. sur les caractères particuliers du terrain de craie*, etc. *Bull.*, vol. 1, p. 9, 1830. — *Ann. des mines*, 2ᵉ sér., 1830-32. — *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. II, p. 1, 115 et suivantes, 1834.

(4) Dans la *Description des animaux fossiles de l'Inde*, nous avons substitué le mot *groupe* à celui de *formation*, précédemment employé par nous, parce que, dans l'état actuel de la science, et conformément à la terminologie adoptée, l'expression de *formation nummulitique* d'abord ne pouvait plus être restreinte aux dépôts circum-méditerranéens et ensuite n'était plus synonyme de celle de *formation tertiaire inférieure*. Cette dernière doit avoir un sens beaucoup plus large, puisqu'elle comprend à la fois des dépôts tertiaires antérieurs à l'apparition des Nummulites et d'autres plus récents, lesquels, pouvant être aussi caractérisés par des faunes propres, permettront toujours de regarder comme distinct le véritable horizon des Nummulites qui les sépare Le groupe Nummulitique n'est plus ainsi qu'un membre de la formation tertiaire inférieure, et nous avons dit (p. 77-79 de l'ouvrage précité) comment il se trouvait aujourd'hui composé dans le bassin de la Seine et les pays voisins.

(5) Dufrénoy et Élie de Beaumont, 6 feuilles, 1841.

jourd'hui, pour nous, la formation crétacée depuis les environs de Figuères à l'E., jusque dans les Asturies à l'O.

Les calcaires compactes de la haute vallée de l'Essera et de la Cinca, placés sous des couches marneuses noires et des grès puissants du groupe nummulitique, font partie d'un grand système de strates dont les fossiles, soit dans le massif du Mont-Perdu dont nous avons dit quelques mots (*antè*, vol. IV, p. 469), soit plus à l'O., ne permettent pas de méconnaître le véritable horizon. M. Dufrénoy y cite l'*Ananchytes hemisphærica*, Lamk., le *Pecten quinque-costatus*, Sow., des Inocérames, etc. Ces strates, très développés aux environs de Tolosa, renferment des bancs épais de charbon exploités. Le calcaire, cristallin au contact du diorite, redevient compacte à une faible distance, et le test des Caprines qu'il contient est noir et cristallin. Les *Pecten* (*P. quinque-costatus*), les Térébratules et les Nérinées y sont assez répandus.

Ce calcaire compacte d'une grande puissance, séparé du lias, près de Villa-Franca, par des schistes argileux noirs, alternant avec des grès très micacés, se prolonge jusqu'à la mine de charbon située à l'ouest d'Hernani. Des marnes noires qui y sont associées près de cette exploitation renferment l'*Orbitolites conica* très abondante. Le charbon constitue deux bancs subordonnés à ces calcaires et à ces marnes. Au nord de la ville les calcaires à Caprines sont recouverts de calcaires marneux gris-bleuâtre, très épais, qui se prolongent jusqu'à la côte et renferment des Inocérames avec d'autres fossiles crétacés. Au sud de la grande bande dont nous venons de parler, le défilé de Pancorbo est encore ouvert dans les mêmes calcaires compactes, jaunâtres, avec des Alvéolines et des Caprines, et associés à des dolomies. Les couches très tourmentées se dirigent généralement N. 25° O., plongeant à l'O. 25° S. sous des angles variant de 60 à 65 degrés.

Ces premières bases de classification, largement posées dès 1830, par M. Dufrénoy, sur la frontière septentrionale de l'Espagne, restèrent assez longtemps stériles pour le reste de la Péninsule. Ainsi M. Cook (1), dans son ouvrage, d'ailleurs plein de faits intéressants et bien observés, ne mentionne point de dépôts crétacés dans ce pays, pas plus que ne l'avait fait Hausmann (2) avant lui.

(1) *Sketches in Spain*. Esquisses sur l'Espagne, 2 vol. in-8. Paris, 1834.

(2) *Mém. de la Soc. des sciences de Göttingen*, 1831. — *Herta*, vol. XIV.

La plupart des géologues, qui pendant quinze à dix-huit ans explorèrent ensuite diverses parties de ce royaume, désignèrent toujours sous le nom de *craie* ou de *terrain crétacé* les dépôts rangés depuis dans le groupe nummulitique, sans les séparer, même zoologiquement, des couches vraiment crétacées placées dessous et dans lesquelles les Nummulites ne se montrent jamais.

Asturies. Ainsi dans la province des Asturies, suivant M. Schulz (1), la formation qui nous occupe comprend un grand nombre de roches, dont les principales sont des calcaires compactes, alternant avec des marnes noirâtres ou d'autres teintes, des bancs fort étendus de grès de teintes claires, des masses sableuses, consolidées par places par du fer hydroxydé, des conglomérats siliceux, des calcaires épais, des marnes sableuses, des marnes blanches et rouges, des calcaires blancs compactes, et des calcaires remplis de Nummulites, déjà décrits (*antè*, vol. III, p. 11). L'auteur n'admet pas qu'il y ait apparence de *craie verte* ni de *grès vert* dans ce pays où la formation crétacée, plus étendue que les marnes irisées, se montre fréquemment sur les territoires de Llanera, Oviedo, Siero, Nava, Cabranes, Pilona, Porres, Cangas, Onei, Penamellera, le long de la côte, autour de Gijon, de Villaviciosa, de Colunga, et occupant enfin, à l'extrémité orientale de la province, les alentours de Columbres sur la Deva.

Sur beaucoup de points, les couches crétacées recouvrent les marnes irisées; dans d'autres, elles s'étendent horizontalement sur les strates redressés des systèmes carbonifère et dévonien. Elles sont relevées, soit isolément, soit comme comprises entre des masses de terrain de transition, ou bien encore repliées avec celles-ci et verticales. Quelques massifs de roches ignées qui se montrent dans le système dévonien paraissent s'être élevés jusque dans la craie qui le recouvre. Le jayet abonde aux environs de Villaviciosa et le succin dans plusieurs autres localités. Quelques bancs calcaires imprégnés de particules et de veinules de galène seraient subordonnés

---

(1) *Bull.*, 1re série, vol. VIII, p. 326, 1837. — *Reseña geognostica del principado de Asturias* (*Anales de minas*), vol. I, 1840. — *Vistazo geologico sobre la Cantabria*. Madrid, 1845. — *Anales de minas*, vol. IV, p. 132. — *Boletino of. de minas*, nos 34 et 35, 1845. — L'*Institut*, 2 déc. 1847. — Voyez aussi : A. Buvignier, *Bull.*, 1re série, vol. XI, p. 104, pl. 2, fig. 4, 1839.

au même système dans les environs de Siero, de Sariego, de Cabranes, et de Villaviciosa.

Non seulement M. Schulz comprenait les couches nummulitiques dans la craie, mais encore des dépôts jurassiques, tels que les marnes noires et les calcaires inférieurs, dans lesquels il cite beaucoup de Bélemnites et d'Huîtres, de grands Peignes et d'autres bivalves. Les marnes sableuses des environs d'Oviedo, remplies de fossiles, entre autres d'*Exogyra columba*, d'*Ostrea carinata*, de *Spatangus cor-anguinum*, seraient seules évidemment crétacées, les marnes blanches étant sans fossiles, de même que les calcaires blancs supérieurs. Nous ne suivrons pas l'auteur dans ses recherches faites plus à l'E., dans les provinces de Santander, de Biscaye, de Guipuscoa, de Burgos et d'Alava, où, sans doute, se prolongent des couches crétacées, mais qu'il n'a pas assez nettement séparées de celles qui les recouvrent et de celles sur lesquelles elles reposent pour que nous puissions en donner un aperçu satisfaisant.

M. A. Paillette (1), dans ses études sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies, signale particulièrement la coupe naturelle que présente le chemin de Lleres à la Venta de la Cruz, où le système carbonifère est recouvert par des sables, des calcaires sableux et d'autres calcaires de la formation crétacée. Près de l'Infierto les couches secondaires horizontales recouvrent de même les tranches des couches carbonifères redressées. La grande vallée centrale des Asturies, dit ailleurs le même géologue (2), depuis Oviedo et Llanera à l'E., est occupée, lorsqu'on se dirige vers l'O., par un grand développement de dépôts crétacés qui se relèvent souvent contre les roches de transition, le long des anciens bords du bassin. Ils paraissent se continuer en suivant le littoral par Santander, jusqu'à Biscaye, et de là s'unir à la chaîne des Pyrénées. Dans la partie relevée où dominent les sables et des grès ferrugineux, on observe souvent des bancs très chargés d'oxyde de fer, et l'auteur donne de nombreux détails sur la qualité de ces minerais, ainsi que sur le gisement de ceux qui ont été exploités.

L'incertitude de M. Paillette sur les vrais rapports des couches crétacées et carbonifères se trouve encore justifiée par le fait suivant, qu'il vient de nous communiquer. En pratiquant la galerie Juliana près de Lamuno, le savant ingénieur a rencontré la craie

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 439, pl. 12, 1845.
(2) *Ibid.*, vol. VI, p. 598, 1849.

sous les couches carbonifères et en stratification presque concordante. La continuation des travaux lui fait espérer une connaissance plus complète de cette inversion dans l'ordre des dépôts. Il a constaté d'ailleurs qu'on ne pouvait point l'attribuer à un glissement, et il est probable que cette disposition est due à un renversement semblable à ceux qu'il serait disposé à admettre pour expliquer la série des couches dévoniennes *sous* les strates charbonneux de Ferrones.

Province de Léon.

La formation crétacée des environs d'Esla, province de Léon, présente plusieurs étages assez distincts. M. S. P. Pratt (1) a reconnu que les détritus granitiques avaient fourni les matériaux des couches les plus inférieures, qui sont des grès et des conglomérats, plus ou moins consolidés, à base de kaolin, quelquefois assez pur pour être employé à la fabrication de la porcelaine, d'autres fois coloré en gris, en rouge, ou en jaune, et ressemblant aux marnes panachées du *keuper*. Immédiatement au-dessus sont des calcaires de structure grossière, alternant avec un grès ordinaire. On y trouve beaucoup d'Hippurites, de Sphérulites, d'échinodermes et d'autres coquilles, mais point d'Ammonites ni de Bélemnites, au moins jusqu'à présent.

M. Casiano de Prado (2) a aussi constaté la présence de la craie sur le versant méridional de la chaîne cantabrique. La partie inférieure, depuis Bencerrilejo jusqu'à la Luna, sur une étendue de 25 lieues, est composée du grès feldspathique précédent, qu'on ne peut confondre avec les marnes irisées, dont les teintes sont toujours moins vives et qui se montrent à Cervera et Aguilar de Campo. L'auteur a ajouté d'intéressants détails sur un kaolin remanié avec du sable blanc et des cailloux roulés de quartz vitreux, de lydienne et de granite non altéré. Dans les grès et les calcaires qui viennent au-dessus, il signale, outre les fossiles déjà cités, des Cyclolites, des Exogyres et des Trigonies; la partie supérieure de la série est composée de grès siliceux, très purs, alternant avec des calcaires à grain grossier.

Toutes ces assises, appuyées contre le terrain ancien de la chaîne, pénètrent dans les golfes qu'il formait, comme à la Véga de Boñar, et

---

(1) Voyez Hausmann, *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XXIII, p. 761, 1850. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 11 des notices, 1851.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 153, 1850.

paraissent alterner alors avec eux. Elles ne constituent d'ailleurs que des coteaux peu élevés. L'inclinaison est généralement faible, excepté à Bencerrilejo, Oceja et près de Cistierna, sur la rive droite de l'Esla, où ces assises sont verticales et semblent être concordantes avec les roches intermédiaires sur lesquelles elles ont été déposées. Au-dessus de la série crétacée vient un poudingue très dur, déjà mentionné (*antè*, vol. III, p. 13), composé de cailloux de grès et de calcaire, provenant des roches anciennes de la chaîne, avec un très petit nombre d'origine crétacée.

Biscaye.

Les premières observations suivies, publiées sur la craie du versant nord des Pyrénées espagnoles, sont celles de M. D. C. Collette (1), qui distingue en Biscaye *sept groupes* désignés par des noms de localités, et dont les couches ont toutes été plus ou moins dérangées par des soulèvements. Ces groupes n'ont, comme on le conçoit, rien de commun avec ceux que nous avons établis pour l'ensemble de la formation; aussi leur substituerons-nous le nom d'*étage*, pour conserver l'uniformité de la terminologie. Ils se succèdent de bas en haut, et sont décrits par l'auteur de la manière suivante :

Le *premier étage*, celui de *Villaro*, forme deux bandes, dont l'une traverse la province du N.-O. au S.-E., et l'autre occupe les environs d'Ea et d'Ondaroa sur la côte. Quoique M. Collette regarde ce système de couches comme le plus ancien, on remarquera que les premières assises qu'il décrit, entre la Baluga et Sommorostro, sont précisément des dépôts remplis de Nummulites et qui doivent être postérieurs à la craie. Les détails qu'il donne sur ces corps ne permettent pas d'y voir des Orbitolites crétacées.

Entre Bilbao et Areta, situé à l'ouest, une bande de calcaires bleus, compactes, avec des Hippurites et des Dicérates (Caprines?), dirigée N.-O., S.-E., est composée de strates sub-verticaux, plongeant au N.-E. Vers la partie sud de la bande, ces couches deviennent presque horizontales. Les montagnes qui entourent Miravalles forment un demi-cercle dont la disposition des couches représente celle d'un cratère de soulèvement. Les psammites bleus, micacés, inférieurs aux calcaires de la cime de la Pagazarri, occupent le bord interne du cratère. Vers Areta, une seconde bande de calcaire bleu compacte avec des Hippurites et des Dicérates (Caprines ?) est analogue

(1) *Riconocimiento geologico del Senorio de Vizcaya*, in-8°, avec carte. Bilbao, 1848.

à la précédente. D'autres psammites renferment l'*Arcopagia concentrica*, Pict., la *Pholadomya Agassizii*, d'Orb., la *Scalaria canaliculata*, id. Sur la côte, aux environs d'Ea, les psammites bleus calcarifères, parfois micacés, passent à des grès à ciment calcaire ou argileux. Les roches psammitiques des environs d'Ondaroa sont encore semblables à ces dernières, et, comme elles, n'ont pas offert de fossiles.

L'*étage d'Ereno*, qui est le second, forme aussi deux bandes : l'une, centrale, recouvrant en partie les roches de l'étage précédent ; l'autre, parallèle, occupant la région nord-est de la province. Les calcaires très compactes, noirs, de la bande centrale, constituent la montagne d'Udala, au sud d'Elorrio, l'un des massifs les plus élevés du pays, celle d'Amboto, etc. La bande nord est moins découpée que la précédente. Aux environs de Manaria, le calcaire bleu foncé est très dur, compacte, à cassure sub-conchoïde, et traversé en tous sens par des veines blanches de calcaire spathique. Les fossiles empâtés dans la roche, et dont on distingue seulement la coupe, sont des baguettes de *Cidaris vesiculosus*, Gold., des Térébratules, de petites Nummulites (Orbitolites), et des corps rapportés à des Caprines. Aux environs de Bilbao sont quelques masses de calcaires semblables aux précédents, et renfermant de nombreux polypiers, le *Turbo Goupilianus*, d'Orb., des Caprines ou Dicérates, etc. Au cap Villano, situé au nord de Pleneia, se trouvent des Hippurites et des Nérinées.

Les calcaires d'Ereno renferment du plomb, du cuivre, du zinc, du fer, et quelques uns de ces minerais, entre autres ceux de Sommorostro au mont Triano, à l'ouest-sud-ouest de Portugalete, sont exploités depuis la plus haute antiquité. Le minerai principal de cette localité est un peroxyde de fer très riche, placé à la jonction des étages de Villaro et d'Ereno. M. Collette compare ce gisement à celui de Saint-Martin, près Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-Orientales), décrit par M. Dufrénoy (1); mais il y a cette différence qu'on ne voit point à Sommorostro de granite ni de roche ignée en contact avec le minéral et qu'on puisse regarder comme la cause de la présence de ce dernier.

Les montagnes situées entre Baracaldo et Sommorostro, dit M. Manès (2), renferment des dépôts ferrugineux qui se suivent

(1) *Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. II, p. 128, 1834.

(2) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIV, p. 261, 1848.

sur une étendue de 2000 mètres de long et 1000 mètres de large. Ils sont formés de différentes masses intercalées dans les grès psammitiques jaunâtres et gris, dépendant des calcaires argileux qui dominent au nord de Portugalete. Ce sont des fers spathiques, brunâtres, cristallins, et du fer peroxydé compacte ou concrétionné, mélangés d'argile jaune, quelquefois de quartz plus ou moins caverneux et avec des nids disséminés de calcaire blanc lamellaire. Les mines des environs de Bilbao, poursuit M. Collette, sont alignées du N.-O. au S.-E., et leur prolongement irait rencontrer celles dont nous venons de parler. Les trois collines courent parallèlement à la bande calcaire de San-Roque, et les minerais qu'elles renferment sont absolument dans la même relation avec les calcaires à Caprines et les psammites du premier étage.

Les roches de l'étage de *Galdagno*, qui est le *troisième*, reposent sur les calcaires de celui d'Ereno et entourent complétement les calcaires marneux du suivant ou de *Munguia*. Elles forment aussi deux bandes principales : l'une, vers le centre de la province, borne à l'O. ce quatrième étage, et l'autre, au N.-E., marque sa limite dans cette direction aussi bien qu'au N. Ce sont des grès micacés, plus ou moins argileux, plus ou moins ferrugineux, alternant avec des argiles micacées, grises, schisteuses, qui renferment de la sidérose et de la limonite en rognons ou en plaques celluleuses. Ces roches ont l'aspect de celles du système carbonifère ; aussi y a-t-on entrepris des travaux de recherches pour la houille. Les minerais de plomb de Guadalcano y sont intercalés. Entre Bilbao et Zamudio on peut constater la discordance de cet étage avec le lias. Les couches de calcaire marneux courent toujours O. 20° N. à E. 20° S., plongeant de 20° à l'E. Nous ferons remarquer ici que M. Collette ne parle point des circonstances particulières qui font qu'en cet endroit cet étage borde d'une part le lias et de l'autre l'étage suivant, et l'on peut se demander ce que sont devenus les étages 1 et 2 qui, à l'O., succèdent au lias ?

Limité, comme on vient de le dire, au S.-O. et au N.-E. par l'étage de Galdagno, celui de *Munguia* se compose généralement de calcaires argileux, rouge lie de vin, et fournit parfois des calcaires et des ciments hydrauliques, ainsi que des pierres lithographiques. Ces couches passent à des argiles jaunes en lits minces. Les calcaires marneux, gris bleuâtre et sub-verticaux de Portugalete, renferment des Hippurites, des baguettes de *Cidaris vesiculosus*, Gold., *Turbo rhotomagensis*, Defr., *Thecidea papillata*, Bronn., *Terebratula pli-*

catilis, Sow., ou *alata*, Lam., des empreintes de *Pecten æquicostatus*, id., de Nérinées, etc. L'*Ammonites recticostatus*, d'Orb., paraît aussi avoir été rencontré dans les mêmes assises, près de Baracaldo.

C'est au milieu des couches de cet étage que se sont fait jour les roches ignées dont nous avons parlé (*antè*, vol. III, p. 349), aux environs de Lajona, au sud d'Elorrio, au sud-est de Marquina, et dans le voisinage immédiat d'Arrieta et de Rigoitia. Sur ce dernier point, les calcaires en contact deviennent compactes, siliceux, grossièrement schisteux, surtout près de Zugas Tuita. Ils sont gris ou blanchâtres, très durs, en bancs minces, souvent divisés en rectangles, ou en parallélogrammes irréguliers, par des fissures perpendiculaires à la stratification. Ailleurs, les calcaires deviennent rouge lie de vin, et ils alternent, près de Durango, avec des argiles jaunes. Ces modifications s'observent aussi dans le voisinage des autres masses dioritiques.

(Page 111.) Dans le sud de la Biscaye, les roches du *sixième étage* ou de *Valmaceda* sont généralement en contact immédiat avec les calcaires d'Ereno, ou avec les psammites de Villaro, mais la série ne paraît pas être la même dans la partie occidentale, puisque ces roches reposent immédiatement sur un système de calcaires schisteux, désigné sous le nom d'*étage de Sopuerta*, qui est le *cinquième* et se trouve ainsi compris entre ceux de Villaro et de Valmaceda. On remarquera que la relation stratigraphique de ce cinquième étage avec le quatrième n'est pas d'ailleurs plus régulièrement établie qu'avec les autres. Ses couches, près de Sodupe, inclinent toutes plus ou moins vers le S.; à l'extrémité sud-est de la zone, vers Avellanada, le plongement est de 80° à 90°; plus à l'O. il est de 45°, et à peine de quelques degrés sur les limites de la province de Santander. La direction, d'abord N.-O., S.-E., devient insensiblement E., O., disposition en rapport avec le développement des couches, d'abord très faible près de Sodupe et qui augmente de plus en plus vers l'O.

La composition de ces assises est très constante ; ce sont des calcaires argileux très durs, gris foncé, uniformes, traversés de veines blanches de calcaire spathique, divisés en bancs de 0m,16 à 0m,48, d'épaisseur, très réguliers et renfermant des rognons de fer sulfuré. Les fossiles y sont rares, et M. Collette y cite de petits corps coniques qu'il compare à des Nummulites, mais qui ne sont sans doute que des Orbitolites, dont les pores sont disposés en séries curvilignes. Il y a, de plus, de petites Huîtres, de petites Térébratules rapprochées

de la *T. chrysalis*, Schloth., et des Peignes. Dans la sierra de Busta, on remarque des cavités, ou puits naturels très profonds, verticaux ou peu inclinés, assez rapprochés les uns des autres, et dans le voisinage desquels on n'observe aucune accumulation particulière de matériaux. La mine de Sobano fournit un minerai de galène, et d'autres, anciennement exploitées, renfermaient de la galène et du carbonate de zinc en rognons.

L'*étage de Volmaceda* occupe la partie de la Biscaye située au sud des précédents. De Sodupe à Lanestosa, il est en contact avec celui de Sopuerta, de la vallée de Gardejuela, près d'Arratia. Il suit les calcaires d'Ereno, et plus à l'E., les psammites de Villaro pour se trouver de nouveau, au nord d'Ochandiano, en contact avec les calcaires de Manaria (1). Dans sa composition il a de l'analogie avec celui de Galdagno, mais les schistes et des psammites micacés fossilifères y prédominent. Ces schistes bleus avec des rognons ferrugineux comprennent quelques bancs de grès gris, micacés. Près de l'église de la Herrera, des grès micacés, qui deviennent très ferrugineux, renferment le *Microster cor-anguinum*, Ag., *Pecten quadricostatus*, Sow., *P. serratus*, Nils., *P. æquicostatus*, Lam., *Thetis minor*, Sow., *Helicoceras gracilis*, d'Orb. A un quart de lieue de Valmaceda, on trouve, dans les psammites calcarifères et micacés, des Orbitolites, que l'auteur rapporte à l'*O. complanata*, et des Nummulites qui, d'après sa description, ne seraient, comme celles dont nous avons déjà parlé, que des Orbitolites, dont les cellules sont disposées en séries curvilignes; il y a aussi une Gryphée ou Exogyre voisine de l'*E. columba*, mais plus petite et qui est probablement une de ces variétés si fréquentes dans l'ouest de la France.

L'*étage d'Orduna*, qui occupe sans doute une grande partie des provinces d'Alava et de Burgos, ne se montre que sur un petit point du midi de la Biscaye. La stratification, presque verticale de l'étage précédent près de Llodio, devient sub-horizontale, vers le S., ce qui explique le peu de variété du sol de la vallée d'Orduna. Ce *septième étage* se compose de calcaires très argileux, gris, se délitant facilement à l'air, ou bien compactes, gris ou bleuâtres, avec de petits points brillants de calcaire spathique. Les bancs peu épais se distinguent les uns des autres par leur plus ou moins de compacité. La

(1) Les relations stratigraphiques laissent toujours quelque incertitude, l'auteur parlant souvent de *contact* et non de *superposition*.

Pena de Orduna est formée de ces mêmes calcaires argileux, durs, compactes, gris clair, affectant l'aspect ruiniforme de vieilles murailles démantelées. M. Collette y cite un cône de Bélemnite mal conservé et des foraminifères. La Saturnina est une mine ouverte dans une masse de fer pyriteux avec blende et galène, et près de Tartanga, à une demi-lieue au sud d'Orduna, on exploite une masse de gypse dans le voisinage d'un soulèvement de diorite.

(Page 135.) Le mont Gorbea, la plus haute montagne de la Biscaye, a son versant nord très abrupt, et le versant opposé, fort adouci et couvert de végétation, appartient à la province d'Alava. Les principales cimes du pays, celles de Sogambures, d'Azulo et de Gorbea formées de calcaires en masses ruiniformes, sont disposées en demi-cercle, de manière à représenter assez bien une portion de cratère de soulèvement. Au pied de la pente nord du massif sont les schistes bleus, passant aux psammites bleus, compactes, micacés, de l'étage de Villaro; puis viennent au-dessus les calcaires bleus, argileux, fragmentaires de celui de Sopuerta, les schistes et les grès de Valmaceda; enfin, à la partie supérieure, les calcaires bleus et gris, compactes, sub-cristallins, avec des veines et des rognons de calcaire spathique, alternant avec les calcaires bleus, compactes, quelquefois saccharoïdes, du septième étage. Si les corps organisés, que M. Collette y cite comme fort abondants, sont réellement des Nummulites, on aurait, ainsi que nous l'avons fait entrevoir (*antè*, vol. III, p. 14), un représentant du groupe nummulitique couronnant la série crétacée (1).

Province de Burgos

Plus au sud encore, M. F. Naranjo y Garza (2) a décrit une partie de la formation crétacée, dans le haut de la vallée de l'Èbre, à 10 ou 12 lieues au nord de Burgos. Il y mentionne surtout la disposition remarquable en bassin de la vallée de Valdivieso, que traverse l'Èbre, du N.-O. au S.-E., et cite, dans les diverses roches de cette localité, le *Cidaris granulosus*, Gold., le *Micraster cor-anguinum*, Ag., l'*Hemiaster bufo*, id., le *Caryophyllia conulus*, Phill., la *Terebratula octoplicata*, Sow., etc.

Aragon et Catalogne.

Il nous paraît douteux que les grès quartzeux, à grain fin, rougeâtres, un peu micacés et argileux, et prenant parfois une structure

(1) Voyez aussi : *Observations géol. sur le pays basque espagnol*, par le comte de Villafranca (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XVII, p. 353, 1843).

(2) *Reseña geognostica y minera de una parte de la provincia de Burgos* (*Anales de minas*, vol. II, p. 93, avec carte, 1844).

schistoïde en grand, que cite M. J. Aldama (1), dans la province d'Huesca, comme appartenant à la craie, dépendent réellement de cette formation. Ces grès alternent avec des argiles d'épaisseur variable et reposent sur d'autres marnes grises, jaunâtres, etc., dans lesquelles l'auteur signale des Ammonites, des Bélemnites, des Dicérates, des Huîtres, des Peignes, etc.

Dans sa description géognostique de la Catalogne, d'une partie de l'Aragon et des mines de ce pays, M. Amalio Maestre (2) a rapporté aussi à la formation crétacée, de même que les calcaires qui les recouvrent, les grès quartzeux rouges du versant méridional des Pyrénées, regardés souvent comme une dépendance du trias. Il y cite les *Cyclolites ellipticus* et *hemisphericus*, Lam., le *Pecten quinque-costatus*, Sow., la *Trigonia scabra*, Lam., des Térébratules, des Dicérates et des ostracées. Au-dessus, viennent les roches de la série nummulitique que termine une énorme assise de poudingue. Dans sa description, l'auteur, réunissant toujours sous le même nom les dépôts crétacés et tertiaires inférieurs, nous ne le suivrons pas dans l'énumération des localités qu'il indique, de peur de citer les uns pour les autres, mais nous devons dire que son travail est le meilleur qui jusqu'à ce moment ait été publié sur ces provinces.

Distribution des roches crétacées dans le nord et le centre de l'Espagne.

M. Ezquerra del Bayo (3) a donné un intéressant résumé de la géologie de l'Espagne, et il a tracé avec assez d'exactitude, dans le nord et le centre de ce royaume, les limites de la formation qui nous occupe. Mais en y comprenant, comme ses prédécesseurs, et sans en donner plus de raisons, le groupe nummulitique, il a attribué aux couches crétacées une extension énorme comparativement à l'espace qu'elles occupent en réalité. Malgré le mérite incontestable de ce résumé, le premier qui ait été essayé sur ce pays et qui contienne aussi les résultats obtenus par les recherches d'autres géologues dont nous parlerons tout à l'heure, nous ne nous y arrêterons pas davantage, par les motifs que nous venons d'indiquer. Sur sa carte géologique de la région volcanique de Castel-Follit, dans la province

(1) *Apuntes geognostico-mineros de la provincia de Huesca* (*An. de minas*, vol. IV, p. 218, 1846).

(2) *Anales de minas*, vol. III, p. 211-243, 1845. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 624, 1846.

(3) *On the geology of Spain* : Sur la géologie de l'Espagne (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 406, 1850). — *Sobre la geologia de España*, une feuille in-8°. — *Mém. de l'Acad. de Madrid*. Résumé, 1850-51, p. 45.

de Girone, M. Ezquerra del Bayo (1) a également colorié, comme crétacée, toute la série nummulitique, et il en est de même de l'*Essai d'une représentation graphique des rapports du sol avec la végétation de la péninsule ibérique* que vient de publier M. Moritz Willkomm (2).

Si, tout en comprenant dans la formation crétacée les dépôts nummulitiques considérés en grand, les géologues espagnols les avaient nettement distingués et caractérisés dans leurs descriptions, comme cela pouvait être indépendamment de toutes vues théoriques, rien n'eût été plus simple ensuite pour le lecteur que de faire la part des deux systèmes de couches ; mais il n'en a pas été ainsi : l'expression de *terrain crétacé*, appliquée indistinctement, tantôt à l'un, tantôt à l'autre, ou bien à tous deux à la fois, ne permet de tirer aucune déduction précise de ces divers travaux. Cette réflexion s'applique également à la carte ou esquisse géognostique de l'Espagne qu'a publiée M. Ezquerra del Bayo (3), et néanmoins ce premier essai, qu'on eût pu désirer voir compléter, ou du moins rendu plus satisfaisant par l'addition de ce que l'on connaissait alors de la géologie du Portugal, offre un véritable intérêt. La formation crétacée et le groupe nummulitique, réunis comme on vient de le dire, forment une large bande dirigée moyennement E.-S.-E., O.-N.-O., de Figuères et Girone à Oviedo. Vers Aguilar une bifurcation laisse courir une branche au sud de la chaîne cantabrique jusque vers Ponferrada. Au nord cette grande zone s'appuie sur les terrains plus anciens, ou bien forme la côte de l'océan. Au sud elle serait recouverte, dans toute son étendue, par des dépôts tertiaires lacustres.

La craie proprement dite constitue en outre une sorte de triangle dont la pointe nord-ouest, prenant au sud-est de Burgos, s'étend par Soria vers Olbega et Almazon pour se diriger au S.-O., se bifurquer aussi et border au N.-O. et au S.-E. la chaîne du Guadarrama. La branche septentrionale se continue au delà de Ségovie vers Avila, et la branche méridionale atteint à peu près le méridien de Madrid. Ce triangle crétacé s'appuie à l'E. contre les roches secondaires plus anciennes ou jurassiques, et plonge à l'O. sous les dépôts

---

(1) *Mem. de la r. Acad. de ciencias de Madrid*, vol. I, part. 2, pl. 7, 1851.

(2) *Die Strand und Steppen gebiete d. Iberischen Halbinsel und deren Vegetation*, in-8°. Leipzig, 1852.

(3) *Geognostische Uebersichts-Karte von Spanien entworfen J. Ezquerra del Bayo*, 1850 (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 24).

lacustres de la plaine d'Aranda. Les deux branches que nous venons d'indiquer s'appuient donc l'une au S. et l'autre au N. contre les roches anciennes des montagnes du Guadarrama.

Dans l'explication de cette carte qu'a donnée M. G. de Leonhard, on voit que l'auteur a mis à profit les documents les plus récemment publiés. C'est ainsi qu'il sépare de la craie les dépôts nummulitiques pour les ranger dans le terrain tertiaire inférieur, et qu'il signale, entre Columbres et San-Vicente de la Barquera, une coupe fort instructive, sur laquelle nous reviendrons dans un instant, et où la relation des couches secondaires et nummulitiques est mise dans tout son jour; mais il n'est pas exact d'ajouter que de semblables relations existent au sud de la chaîne cantabrique, dans la province de Léon, puisque jusqu'à présent elles n'y ont pas été constatées. Comme dans les Alpes et presque partout les assises nummulitiques ont éprouvé les mêmes dislocations que les couches crétacées sous-jacentes. Ces dernières sont encore signalées dans l'est et le sud de la Péninsule, mais d'une manière trop vague pour nous y arrêter. Nous ajouterons cependant cette observation générale de M. Ezquerra del Bayo (1), que les roches ignées et cristallines qui forment comme une sorte de muraille entre l'Espagne et le Portugal doivent avoir servi de barrière à l'océan de la période crétacée. L'auteur a d'ailleurs laissé, avec raison, en blanc, sur sa carte, les parties du sol sur lesquelles il n'avait pas de données suffisantes.

On a déjà pu remarquer que ce qui manquait à la plupart des travaux que nous venons de rappeler et qui se bornent à signaler, dans le nord et le centre de l'Espagne, la présence de certains groupes encore mal définis de la formation crétacée, était une bonne base prise dans le pays même ou ailleurs, un point de départ établi sur des données justes, à la fois stratigraphiques, minéralogiques et paléontologiques, enfin cette précision dans l'étude des détails, qui seule permet de s'élever ensuite aux généralités, sans courir le risque d'associer des choses que la nature a profondément séparées. La concordance des couches, la ressemblance des caractères minéralogiques de certaines d'entre elles, une connaissance superficielle des fossiles qui faisait prendre pour des Nummulites des corps entièrement différents, enfin quelques vues théoriques trop généralisées ou mal interprétées, avaient concouru à laisser planer sur

(1) *Mem. de la r. Acad. de ciencias de Madrid*, vol. I, 3e sér. — *Ciencias naturales*, vol. I, part. 1, p. 39, 1850.

cette partie de la géologie de la Péninsule une incertitude qu'ont fait cesser les recherches dirigées dans une meilleure voie et dont nous allons parler.

Travaux de M. de Verneuil et de quelques autres géologues.

Pendant un premier voyage exécuté au printemps de 1849, dans le nord de l'Espagne et particulièrement dans les provinces qui longent la côte méridionale du golfe de Gascogne, M. Ed. de Verneuil (1) put établir avec précision une de ces premières bases dont nous parlions tout à l'heure, et un aperçu des résultats qu'il obtint fut inséré dans divers recueils. Il a consacré depuis lors une partie des étés de 1850, 51 et 52 à poursuivre ses recherches dans les diverses parties du royaume, et quoique la carte géologique générale qu'il s'occupe de dresser ne soit pas encore prête à être publiée, il a bien voulu rédiger pour nous, d'après ses notes de voyage et les nombreux matériaux qu'il a rapportés, un exposé assez détaillé de ses observations sur la formation crétacée du nord de la Péninsule. Pour les parties centrale et orientale, nous puiserons sans réserve dans le travail qu'il vient de publier en commun avec M. Ed. Collomb. A ces recherches se rattacheront naturellement celles de M. Casiano de Prado, qui, ainsi que M. de Lorière, a souvent accompagné M. de Verneuil dans ses excursions. Nous procéderons, comme nous l'avons déjà fait, en commençant par les provinces du nord dont nous venons d'esquisser les principaux caractères sous forme d'introduction historique; nous suivrons les couches de l'E. à l'O., de la Catalogne jusque dans les Asturies, puis, après avoir jeté un coup d'œil sur les dépôts du même âge, observés vers le centre de l'Espagne, nous redescendrons au S. par les provinces de l'est.

Catalogne et Aragon.

Dans la Catalogne, sur le revers méridional des Pyrénées, la formation crétacée manque parfois comme les autres dépôts secondaires, et les assises nummulitiques reposent alors immédiatement sur le terrain de transition. Ainsi, lorsqu'on se rend de San-Juan de las Abadesas aux mines de houille d'Ogasa, et lorsqu'on remonte le petit ruisseau qui se jette dans la Ter, on traverse deux bancs de calcaire marneux remplis de Nummulites, dont l'un, à une très faible distance des schistes et des calcaires anciens, ne

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VI, p 522, 21 mai 1849. — *L'Institut*, 13 nov. 1850. — *Rep. 20th meet. brit. Assoc. at Edinburgh*, juillet-août 1850 (Londres, 1851), p. 108. — *Del terreno cretaceo en España* (*Revista minera*, vol. III, p. 339, 361, 461, 1852).

laisse aucune place aux strates crétacés. Ces bans, de 2 à 3 mètres d'épaisseur au plus, sont subordonnés à des masses considérables de marnes bleues, en lits minces, avec quelques empreintes de Fucoïdes, alternant avec des grès et représentant très bien le flysch des Alpes et le macigno des Apennins. Le groupe nummulitique est si largement développé dans cette partie des Pyrénées et se compose de roches si variées (marnes bleues, psammites, calcaires, grès et conglomérats rouges avec sel et gypse), qu'il serait facile de confondre certaines assises avec celles du trias.

On peut encore constater l'absence de la craie en faisant une coupe de Camprodon à Olot, du N.-N.-O. au S.-S.-E., laquelle montre que les marnes bleues et les conglomérats rouges nummulitiques sont assez rapprochés du terrain ancien pour empêcher de supposer entre eux quelque représentant de la formation dont nous parlons. Il en est de même dans la chaîne qui, se détachant des Pyrénées vers Olot, se dirige sur Vich et le Montserrat, formant, entre les plaines tertiaires et la mer, une zone montagneuse parallèle à la côte. La craie ne s'y montre nulle part, et le système nummulitique repose directement, ou sur le granite, comme au Mont-Señ, ou sur les ardoises et les schistes de transition, comme au Montserrat. C'est seulement à Tarragone que la craie reparaît, sortant de dessous les couches tertiaires moyennes, dans le port même, où M. Casiano de Prado et M. Pratt ont trouvé des Bélemnites.

On vient de voir que M. Amalio Maestre avait signalé cependant quelques points de la Catalogne, sur le versant des Pyrénées, où se montraient des calcaires caractérisés par des Hippurites, et M. de Verneuil lui-même annonce la présence, plus à l'ouest, dans le haut Aragon, d'assises crétacées constituant une bande étroite non loin de l'axe de la chaîne. Par sa faible largeur elle contraste avec le groupe nummulitique qui, aussi puissant qu'à l'est, occupe tout l'espace compris, du S. au N., entre Huesca et Viescaz, et forme les montagnes élevées de la sierra de Guerra. Au nord de Viescaz, près de la belle source intermittente appelée *Fuente gloriosa*, la craie est représentée par un grès calcarifère et un calcaire argileux, tenace, avec des Orbitolites, le tout rappelant exactement les roches crétacées du cirque de Gavarnie.

Ces assises de la Fuente Gloriosa sont placées entre des couches à Nummulites et le terrain de transition, mais il n'en est pas de même de la lisière qui borde au sud la sierra de Guerra, et qui

est séparée de la zone pyrénéenne précédente par toute la région nummulitique. Entre Nueno et Mason-Nuevo, près du moulin d'Anguis, sur le bord même du ruisseau, on voit affleurer une couche crétacée fossilifère, et ce n'est pas sans étonnement qu'après avoir quitté la grande plaine tertiaire qui de l'Èbre s'étend jusqu'à Huesca, on rencontre, dès qu'on atteint la sierra de Guerra, un banc calcaire rempli de rudistes brisés (*Radiolites ponsiana*, d'Orb., *R. lombricalis*, id., et des Hippurites indéterminables). Ce banc est subordonné à un calcaire gris foncé, plus pur que le calcaire à Nummulites et dont les couches, dans leurs nombreux plissements, se relèvent au S. vers la plaine tertiaire. Elles s'y terminent abruptement et plongent au N. sous les puissants dépôts nummulitiques qui règnent exclusivement pendant plus de 35 à 36 kilomètres, jusqu'au nord de Viescaz. Pour expliquer cet affleurement de la craie au sud de la région nummulitique et au contac même des plaines tertiaires de l'Èbre, il faut recourir à une de ces immenses failles du revers septentrional des Alpes, par suite de laquelle aurait disparu le groupe nummulitique tout entier.

Provinces basques.

Nous avons dit que la région crétacée du versant sud des Pyrénées s'élargit à mesure qu'on s'avance vers l'O., où elle a été décrite en partie, dans la Navarre, le Guipuscoa et la Biscaye, et M. de Verneuil s'est assuré, dans les collections de l'Université de Bilbao, que les Nummulites indiquées par M. Collette dans plusieurs de ses groupes étaient, comme nous l'avions pensé d'après la lecture de son mémoire, de véritables Orbitolites.

Versant nord de la chaîne cantabrique.

La formation crétacée se continue sans interruption depuis Bilbao jusqu'à Santander; elle constitue près de la côte des montagues de 400 à 500 mètres d'élévation, telles que le mont Candina, entre Castro-Urdiales et Laredo. Vers l'intérieur, lorsqu'on se rapproche de l'axe de la chaîne, elle atteint des hauteurs plus considérables. Le pays offre tantôt des montagnes calcaires, à sommet gris et dénudé, et sur les pentes desquelles les roches se montrent çà et là formant des aspérités; tantôt des montagnes plus arrondies, mais profondément ravinées et composées de grès jaunâtres, tendres, se désagrégeant facilement et alternant avec des marnes schisteuses. Ces deux systèmes de roches sont d'une épaisseur considérable, à en juger par la grandeur des accidents qu'ils constituent. La désagrégation du grès produit des sables qui, entraînés par les torrents, forment, à leur embouchure dans la mer, de vastes plages ou grèves appelées *arenal*. Telles sont celles de Santona et de la partie orien-

tale de la baie de Santander. Le grès, toujours sans fossiles, est inférieur au calcaire, comme on peut le constater près d'une fabrique de coton, non loin de la fonderie royale de la Cabada. A peu de distance de ce point on voit aussi ces mêmes grès en contact avec les calcaires bleus du lias. Le calcaire crétacé compacte, gris foncé, renferme peu de fossiles, à l'exception des bivalves rapportées au genre *Requienia*, de quelques fragments de *Pecten quinque-costatus* et d'Orbitolites coniques. Les *Requienia* atteignent souvent de très grandes dimensions et sont assez difficiles à déterminer. Cependant l'une d'elles paraît être la *R. lævigata*, d'Orb., propre au quatrième étage de la craie du sud-ouest de la France, comme l'*Orbitolites conica*. d'Arch., qui l'accompagne.

Entre Bilbao et Santander, M. de Verneuil a observé des fossiles sur trois points. D'abord près de Portugalete, où des traces de coquilles indiqueraient, sur cet ancien rivage opposé du golfe de Gascogne, le troisième étage du sud-ouest de la France, ou celui que l'on vient de voir affleurer à l'est dans la sierra de Guerra ; ensuite, d'Outen à Miono, le calcaire contient quelques *Orbitolites conica* et beaucoup de fragments indéterminables de *Requienia*. Les couches, fortement redressées, courent N. 15° O. En cet endroit se trouve le filon de fer de Salto del Coballo qui remplit une grande fente verticale, postérieure au relèvement des couches crétacées. Enfin, près de la vallée de Lienzo, on remarque dans le calcaire beaucoup de fragments de *Requienia*.

C'est surtout au nord de Santander, entre la ville et le phare, que la partie supérieure de la formation crétacée peut être le mieux étudiée. Sur un espace d'environ 2 kilomètres, se développe une série d'assises toutes moins anciennes que la grande masse calcaire dont on vient de parler. Les strates plongent régulièrement au N. magnétique, et semblent ne présenter aucun plissement. La ville même de Santander est bâtie sur des calcaires compactes gris, exploités pour pierre de construction, et qui contiennent de grandes Exogyres peu déterminables. Immédiatement au nord de la ville, affleurent des marnes schisteuses et des grès quartzeux jaunes, formant un premier pli du sol, auquel succède une rangée de collines composées de calcaires argileux avec plusieurs espèces d'Orbitolites différentes de celles des calcaires compactes. Quelques unes, qui ont plus de 5 centimètres de diamètre, paraissent se rapporter à l'*O. plana*, d'Arch. Cette assise constitue un bon horizon qu'on retrouve sur divers points, entre autres à San-Vicente de la Barquera,

où elle sépare les couches à Hippurites de celles à *Micraster cor-anguinum*, ces dernières étant recouvertes par les calcaires à Nummulites. Outre les Orbitolites on remarque encore dans l'assise précédente deux espèces de Térébratules, un *Hemicidaris* et le *Discoidea conica*, Desh., ou *subuculus*, Leske. Indépendamment de quelques autres couches, on voit au-dessus des grès quartzeux, plus ou moins faciles à se désagréger, qui supportent à leur tour une masse argilo-calcaire, remplie de grains verts disséminés et caractérisée par l'*Ammonites Mantelli*, Sow., l'*Hemiaster bufo*, Ag., propres à la craie tuffeau moyenne.

Après une dépression qui traverse le promontoire de l'E. à l'O. et qu'occupent des dunes et des marais, on atteint un dernier relèvement du sol qui porte le phare à son extrémité. Le cap est composé d'un calcaire argileux, surmonté d'un grès dur, dans lequel sont découpées des falaises escarpées et pittoresques. Le calcaire est rempli de spongiaires, de *Micraster* (espèce voisine des *M. brevis*, Des., et *cor-anguinum*, Ag.). Le grès qui lui succède est souvent mélangé d'argile. Quelques bancs ne sont composés que de fragments d'*Inoceramus*, de *Pecten* et d'*Ostrea*.

A l'exception de ces deux dernières assises, qui pourraient peut-être appartenir au groupe supérieur, on ne peut douter que toute la série de Santander, jusque près du phare, ne dépende de celui de la craie tuffeau. La variété des roches qu'on y observe est comparable à celle que nous avons décrite dans le bassin de la Loire et sur le versant sud-ouest du plateau central de la France.

La baie de Santander semble résulter d'une crevasse produite par le redressement des couches, et coïncider avec un axe anticlinal. En effet, au sud de la baie, on voit généralement les calcaires à *Requienia* et ostracées, se relever au N. pour être bientôt recouverts au S. par le calcaire argileux à *Orbitolites plana*. Quelques ondulations du sol, formées par des replis de couches, conduisent au pied d'escarpements calcaires de 300 à 400 mètres de haut et qui sont les premiers gradins des Pyrénées cantabriques. Ces escarpements sont formés par le calcaire compacte à *Requienia* qui reparaît et plonge en sens inverse du précédent, par suite d'une faille, et qui repose sur des grès et des argiles, recouvrant eux-mêmes les marnes et les calcaires bleus du lias.

On peut juger de la succession des couches, telle que nous venons de l'indiquer, lorsqu'on suit une vallée longitudinale, qui s'étend de Cabada jusque près de Puente Viesgo, sur la route de

Santander à Reynosa. Au village de Puente Viesgo, se trouve le grès rouge avec des sources salées; c'est le prolongement de celui qui, à Liergancs près de Cabada, contient du gypse, des eaux sulfureuses, et présente tous les caractères du trias. Peu développé en cet endroit, il est bientôt remplacé par des calcaires métallifères très épais, très disloqués, que M. de Verneuil considère comme faisant suite au calcaire carbonifère des montagnes de Cavadonga, de Puerto-Suevo, et qui s'avance jusqu'au rivage de Rivadesella. La craie se continue vers l'O., et parmi les localités les plus riches en fossiles on peut citer Cumillas, Barca de la Rabia et San-Vicente de la Barquera, où les couches à Orbitolites sont surtout le mieux développées. Çà et là, lorsqu'on suit la côte, les calcaires à *Requienia* et à grandes Exogyres reparaissent encore.

La coupe du port de Cumillas présente de haut en bas : 1° des grès quartzeux jaunâtres; 2° des calcaires avec Hippurites et *Radiolites polyconilites*, d'Orb. ; 3° des calcaires argileux avec de petites Orbitolites. A la Barca de la Rabia, un grès jaune, assez friable, de 16 mètres d'épaisseur, est recouvert par un calcaire avec plusieurs espèces d'Orbitolites, *Ostrea carinata*, Lam., *Radiolites polyconilites*, d'Orb., *R. crateriformis*, id. La coupe de San-Vicente de la Barquera est plus instructive encore. Les hauteurs qui dominent la ville au nord-ouest montrent, sur la route de Columbres, le calcaire à Hippurites ou à Radiolites surmonté d'un calcaire marneux avec de grandes et de petites Orbitolites, auquel succèdent des couches à *Micraster cor-anguinum*, et enfin le calcaire à Nummulites et des sables. Sous le château même de San-Vicente des strates nummulitiques, sub-verticaux, correspondant aux précédents, mais plongeant en sens inverse, sont séparés de la série que nous venons d'indiquer par une faille et une vallée.

Après Llanes, dont le cap est encore formé par une craie très dure, pétrie de petites Orbitolites, de Nérinées et d'une coquille voisine de la *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., le calcaire carbonifère à *Productus* s'avance jusqu'à la mer, et la craie ne reparaît plus à l'ouest que par lambeaux, soit dans le bassin d'Oviedo, soit sur plusieurs points du littoral, comme à Lastres, Luanco, etc. A Miembro, près de Llanes, la craie et le calcaire carbonifère se voient en contact, et les deux roches se ressemblent tellement par leurs caractères pétrographiques, que sans leurs fossiles il serait facile de les confondre. A Oviedo les dépôts crétacés sont presque horizontaux et composés de calcaire jaunâtre, beaucoup moins dur

que dans la province de Santander où la craie est toujours fortement soulevée et disloquée.

Résumé du versant nord.

On voit ainsi que, sur le versant nord de la chaîne cantabrique, la formation crétacée paraît se composer de trois séries de couches ou étages assez bien caractérisés par leurs roches et par leurs fossiles. L'étage inférieur comprend un grès et un calcaire compacte avec des *Requienia*, de grandes ostracées, l'*Orbitolites conica*, etc., le second des calcaires marneux ou argileux et divers grès avec *Orbitolites plana*, *Hemiaster bufo*, *Ostrea carinata*, *Radiolites polyconilites* et *crateriformis*, et *Ammonites Mantelli*; le troisième, enfin, des grès et des calcaires argileux assez puissants avec *Micraster cor-anguinum* ou *brevis*, et de nombreux Inocérames.

Si avant de quitter cette région, bien limitée orographiquement, nous cherchons à nous rendre compte de la place occupée dans la formation par les couches qui la constituent, les observations de M. de Verneuil nous conduiront à cette première conclusion, qu'on pouvait soupçonner *à priori*, par suite de leur position géographique, savoir, que le gault et le groupe néocomien manquent sur ce versant nord des Pyrénées, absolument comme on l'a vu plus à l'E. dans les Basses-Pyrénées et les Landes, au N.-O., sur le rivage opposé de la mer crétacée, dans le Périgord, l'Angoumois et la Saintonge, et enfin dans le bassin de la Loire. Ainsi tout l'espace compris entre l'axe du Mellerault au N. et la région centrale et occidentale des Pyrénées secondaires au S. n'a point été occupé par les eaux, dans lesquelles se sont déposés les deux premiers groupes crétacés.

Une étude encore plus détaillée des étages précédents serait nécessaire pour établir, avec une certaine rigueur, leur parallélisme avec ce que l'on sait des anciens rivages, qui correspondaient sans doute à ceux de l'Aragon, de la Navarre, du Guipuscoa, de la Biscaye, de Santander et des Asturies; mais, tels que nous connaissons ces derniers, il semble qu'on peut y voir les représentants d'au moins deux des quatre étages du sud-ouest de la France. L'étage de la craie jaune, ou le plus élevé, manquerait ici, mais il est probable qu'il existe vers le milieu de la chaîne, sous le méridien du Mont-Perdu, et sur les limites des départements des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne (*antè*, vol. IV, p. 471). Dans la partie occidentale dont nous parlons, on ne peut pas supposer qu'il soit masqué ou passe sous la mer, puisque le groupe nummulitique recouvre immédiatement le second, au sud de Biaritz, comme dans la Biscaye, la pro-

vince de Santander et les Asturies. Ce second étage, celui de la craie grise, marneuse ou glauconieuse et micacée, est évidemment représenté dans la région pyrénéenne occidentale par les couches avec *Micraster* et Inocérames; nous y avons vu signalés quelques Ananchytes dans l'axe même de la chaîne, comme au pied de son versant nord-ouest aux environs de Dax. Les couches à *Ammonites Mantelli* et *Hemiaster bufo*, qui font suite à celles-ci, peuvent appartenir aussi à ce second étage.

La série des strates avec *Orbitolites plana*, *Ostrea carinata*, *Radiolites polyconilites* et *crateriformis*, n'offre point, par ses fossiles, un rapprochement aussi satisfaisant. Les espèces que nous venons de citer, à l'exception de la *Radiolites crateriformis* que l'on doit s'étonner d'y voir associée, puisqu'elle est propre jusqu'à présent à la partie la plus élevée de la craie du sud-ouest de la France, sont toutes trois du quatrième étage de cette dernière région, comme la *Requienia lævigata* et l'*Orbitolites conica* de la série inférieure; de sorte qu'en résumé, malgré la puissance des couches crétacées des Pyrénées cantabriques que M. de Verneuil estime à 700 ou 800 mètres, et les trois séries qu'elles nous ont offertes, nous n'y trouvons encore représentés avec une certaine exactitude, par leurs fossiles, que deux des étàges de la craie du sud-ouest de la France, savoir le second et le quatrième. Le premier et le troisième manqueraient, et particulièrement ces horizons si nettement caractérisés par l'*Ostrea vesicularis*, var. *a*, et les grandes Sphérulites dans le premier; par les *Hippurites cornu-pastoris*, Des Moul., *organisans*, id., la *Radiolites lumbricalis*, d'Orb., et la *Sphærulites ponsiana*, d'Arch., vers le haut du troisième; par les Ammonites et surtout les *Exogyra columba*, Gold., *flabellata*, id., et l'*Ostrea biauriculata*, Lam., à sa base. Il serait intéressant, pour confirmer les analogies du quatrième, de retrouver sur les côtes cantabriques quelques traces de la *Caprinella triangularis*, d'Orb., si constante au nord-ouest. On aurait donc pu s'attendre à rencontrer des ressemblances plus directes entre des dépôts aussi voisins dans l'espace et dans le temps, lorsque dans d'autres directions nous suivons des assises, avec leurs caractères parfaitement comparables, sur des continents entiers; mais peut-être de nouvelles recherches viendront-elles combler ces lacunes. Ce que nous avons dit ci-dessus des couches crétacées du Portugal nous dispense d'y revenir ici.

Versant sud, province de Léon.

Sur le revers méridional de la chaîne cantabrique, dans la province de Léon, nous retrouverons au contraire les traces bien posi-

tives du troisième étage, dont nous avons déjà signalé les principaux fossiles caractéristiques dans la sierra de Guerra, au nord d'Huesca (haut Aragon), sur le même versant méridional des Pyrénées, mais à une assez grande distance du pied de cette dernière chaîne. La formation crétacée avait été reconnue par M. Schulz et par M. A. Paillette, depuis Villargo jusqu'à Boñar, et même jusque près de Llama, sur la Luna, au nord-ouest de Léon. A Rozas, près de Reynosa, on exploite une couche d'assez bon lignite qui y est subordonné.

Entre Boñar et Sabero, à 32 kilomètres environ au nord-est de Léon, M. de Verneuil et M. C. de Prado ont observé, à la base du système crétacé, comme l'avait aussi remarqué M. Pratt près d'Esla, un grès blanc, assez feldspathique. C'est une véritable arkose semblable à celle que l'on voit souvent dans le voisinage des roches granitiques; mais le granite ne se montre nulle part dans le pays, et l'on peut seulement soupçonner son existence, à une grande profondeur, au-dessous des dépôts secondaires et plus récents. Sur ce grès est un calcaire, dont les bancs alternent avec des grès quartzeux assez durs, et qui renferme les fossiles suivants : *Cyclolites elliptica*, Gold., *Hemiaster Fourneli*, Desh., *Cyphosoma Delamarrei*, id., *Diadema rude*, Forb., *Hippurites organisans*, Des Moul., *H. Requieniana*, Math., *Ostrea biauriculata*, Lamk., *O. santonensis*, d'Orb., *Exogyra auricularis*, Alex. Brongn., *E. columba*, Gold., espèces dont l'absence au nord nous avait frappé, mais qui, jointes à celles de la sierra de Guerra, ne permettent pas de douter, d'abord que le troisième étage du sud-ouest de la France et les couches à ostracées du bassin de la Loire n'aient ici un véritable représentant, et ensuite qu'il n'en soit de même de la base du second étage, à cause de la présence de la *C. elliptica*, de l'*H. Fourneli*, du *C. Delamarrei*, du *D. rude*, de l'*O. santonensis*, et de l'*E. auricularis* qui la caractérisent ailleurs. Il reste à relier par de nouvelles observations les deux points du versant sud des Pyrénées où ces assises ont été constatées. Ils sont situés à peu près sous le même parallèle, mais séparés par une distance de près de 100 lieues. Quant aux fossiles que nous avons cités au nord de Burgos, ils appartiendraient à des couches plus récentes du second étage, et qui ont leurs analogues dans la province de Santander.

Versants de la chaîne du Guadarrama.

Il reste à déterminer comment la grande zone crétacée, dont nous venons de décrire quelques points le long du versant sud des

Pyrénées, se rattache aux affleurements de la même formation qui se montrent dans les provinces de Ségovie, de Soria, de Madrid, etc., où les dépôts tertiaires paraissent régner sans interruption, de l'E. à l'O., de manière à masquer complétement cette relation. Quoi qu'il en soit, on a vu, qu'à partir des montagnes de Soria, la craie qui forme un massif appuyé à l'E. contre des dépôts plus anciens (jurassiques?) se bifurquait à l'O., en traçant, de chaque côté de la sierra de Guadarrama, deux bandes discontinues assez étroites et appuyées contre les granites ou les schistes argileux. La bande septentrionale s'avance jusqu'à Ségovie où elle disparaît sous les dépôts lacustres de la vieille Castille. La bande méridionale passe par Somolinos, Congostrina, Tamajon, Torrelaguna et El Molar, sur la route de Madrid à Bayonne.

A Ségovie et aux environs, où la craie repose sur le granite ou sur les schistes anciens, M. C. de Prado (1) y a trouvé le *Pecten quadricostatus*, Sow., des Radiolites, le *Nucleolites lacunosus*, Gold. et la *Lima intermedia*, d'Orb. A Lozoya, près du faîte de la chaîne, elle constitue un lambeau isolé, assez étendu, dirigé N.-N.-E., S.-S.-O., complétement entouré de granite; puis d'autres très restreints à la Cerada, à Manzanarès, ainsi qu'une bande fort étroite, très recourbée, à El Vallon. L'une des branches de cette dernière se dirige vers Chozas, et l'autre au nord de Saint-Augustin. Sur le prolongement nord-est de la première se trouve la bande de Torrelaguna, Cavanillas et Patonès, et, fort loin au S.-O., est un autre petit lambeau appuyé contre le granite et qui se perd presque immédiatement sous les dépôts tertiaires de la plaine de Madrid. Au N.-E., vers la province de Guadalajara, les couches crétacées se séparent difficilement des dépôts lacustres qui les recouvrent et qui ont éprouvé les mêmes dislocations.

Les Radiolites de Ségovie se retrouvent à Lozoya et à Patonès, près de Torrelaguna, avec des moules d'Arcacée et de *Cardita*, n. sp., de *Cardium Moutonianum*, d'Orb.?, puis des *Cidaris*, à Cavanillas, à El Molar, etc. A Somolinos, M. C. de Prado a rencontré l'*Hippurites cornu-pastoris* ou une espèce très voisine, le *Pecten quadricostatus*, Sow., l'*Ostrea Matheroniana*, d'Orb.,

---

(1) *Revista minera*, vol. I, p. 126, 1850. — *Mapa geologico en bosquejo de la provincia de Madrid*, 1853. — Nous devons à l'obligeance de l'auteur des notes manuscrites où nous avons puisé la plupart des détails qui suivent.

l'*O. conica*, id., ou une espèce très voisine, l'*Hemiaster Fourneli*, Desh., le *Cyphosoma circinatum*, Ag., le *Diadema Roissyi*, Ag., et une de ces pinces de crustacé si constantes à la base du premier étage de la craie tuffeau du bassin de la Loire et dans le second de la zone du sud-ouest. A Congostrina, suivant M. Ezquerra del Bayo (1), se montrent plusieurs des fossiles décrits par M. Sharpe, et que nous avons vus dans la craie des environs de Lisbonne, tels que l'*Exogyra olisiponensis*, Sha., *Diceras Favri*, id., *Brissus sub-depressus*, id., *Tylostoma Torrubiæ*, id., *T. punctulatum*, id., *T. ovatum*, id., *T. globosum*, id.

Si nous faisons abstraction de ces derniers fossiles, dont nous ne connaissons pas bien le gisement au nord, en supposant qu'ils y existent, et si l'on tient compte de notre incertitude à l'égard de l'*Hippurites cornu-pastoris*, les autres espèces annonceraient que ces couches représentent une partie du second étage de la craie tuffeau du sud-ouest de la France. *L'Hemiaster Fourneli* paraît se trouver à deux niveaux assez différents dans cette dernière zone, c'est-à-dire à la base du second et du troisième étage. Le *Diadema Roissyi* n'avait pas encore été signalé au sud de la Loire, et le seul gisement où nous le connaissions est à la base de la craie glauconieuse du département de l'Orne. Ainsi, dans cette partie centrale de l'Espagne, un seul des étages de la formation serait représenté, et celle-ci serait, par conséquent, plus réduite qu'à l'ouest en Portugal, et qu'au nord, dans les provinces où nous avons esquissé ses caractères. En nous avançant vers l'E., au contraire, nous rencontrerons un groupe puissant, dont nous n'avons pas encore vu de traces dans la péninsule, et qui la reliera géologiquement aux dépôts contemporains des contrées voisines.

La formation crétacée paraît occuper en partie le fond et les bords du grand lac, qui, à l'époque tertiaire moyenne, s'étendait sur la nouvelle Castille et la Manche. Presque entièrement cachée, aujourd'hui, par ces dépôts lacustres, son bord septentrional se montre seul, à cause du soulèvement assez moderne de la chaîne du Guadarrama, formant la lisière dont nous venons de parler, et s'étendant vers Atienza et Siguenza. Entre cette dernière ville et Cuença la craie disparaît sous les roches tertiaires et M. C. de Prado pense que la formation s'amincissant vers le S., quelques îlots se montrent

(1) *Revista minera*, vol. I.

seuls çà et là au milieu de dépôts plus anciens. La suite des observations du savant géologue espagnol sera comprise dans la description ci-après.

Cette même formation du centre de l'Espagne offre, suivant M. Ezquerra del Bayo (1), une disposition remarquable : c'est son élévation à une hauteur considérable, sur une grande surface, sans que les strates aient cessé d'être horizontaux. Tel est le plateau de Baraona, entre Medinaceli et Almazan, dans la vieille Castille, qui a près de 1393 mètres d'altitude, et celui d'Algura, dans la province de Guadalajara, sur la route de Madrid à Saragosse, qui atteint 1160 mètres. Le village de Peñalcazar, province de Soria, est bâti sur un petit plateau parfaitement horizontal, tandis que les collines environnantes sont formées de couches inclinées, du même âge, mais à un niveau plus bas. A Tamajon, province de Guadalajara, la partie horizontale est plus basse que les couches inclinées. Dans la vallée de la Borunda (Navarre) la même disposition s'observe encore, mais sur une plus grande échelle.

« Lorsqu'on divise le bassin du centre de l'Espagne en plaines et » en montagnes, disent MM. de Verneuil et Collomb (2), c'est à la » région montagneuse qu'appartiennent les couches crayeuses ; c'est, » en effet, à Cuença que l'on quitte la plaine lacustre pour toucher » aux premiers contre-forts crétacés. La ville est bâtie sur un promon- » toire avancé d'environ 80 mètres de hauteur, entouré par le rio » Jucar et par une autre rivière plus petite nommée le Huecar ; les » rochers sont à pic de plusieurs côtés ; le haut de la ville ne donne » accès aux voitures que par une langue étroite de terre du côté de » l'E. Cette situation rappelle d'une manière frappante celle de la ville » de Constantine en Afrique.

» Depuis Cuença, cette bande crayeuse se prolonge dans la direc- » tion du N. un peu O., jusqu'au delà de Trillo, dans la vallée du Tage, » sur 80 kilomètres de longueur environ. Elle s'enfonce sous les » dépôts tertiaires de la plaine, sans cependant disparaître complète- » ment, et l'on en voit quelques petits îlots percer çà et là les couches » lacustres à Sacedon, à Olmedilla del Campo, et plus à l'O., près de

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 406, mai 1850.

(2) *Coup d'œil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne* (*Bull.* 2ᵉ sér., vol. X, 1853). — *Notice sur la structure géologique de l'Espagne* (*Extrait de l'Annuaire de l'Institut des provinces*, Caen, 1853).

» Quintanar del Orden et de la mota del cuervo (C. de Prado) (1).
» Dans la direction du S.-E., le prolongement de la zone crayeuse
» n'est pas encore bien connu. Les montagnes qui constituent cette
» région crétacée ont de 1200 à 1400 mètres de hauteur; la ville de
» Cuença elle-même est à environ 1000 mètres.

» Si nous continuons notre exploration en marchant vers l'E., dans
» la direction de Valence, nous ne trouvons plus ces dépôts développés
» sur une grande échelle : ils y sont, pour ainsi dire, disséminés par
» morceaux ou par lambeaux. Les points culminants de cette région,
» la Cabeza de San-Pedro, près Cañete, et le Pico el Tejo, près
» Requena, appartiennent à la formation jurassique; le Pico de Ra-
» nera, près Garaballa, qui a plus de 1400 mètres, n'est composé
» que de couches triasiques. Les dépôts crétacés n'ont pas atteint
» cette hauteur, et occupent une zone un peu inférieure. On suit
» ainsi ces dépôts, qui se montrent et disparaissent alternativement,
» jusqu'auprès de Buñol, où ils se perdent sous les terrains plus
» modernes et le diluvium de la riche *huerta* de Valence.

» De Buñol à Almansa on traverse deux plateaux crétacés qui se
» trouvent au même niveau que le plateau tertiaire lacustre, entre
» 600 et 700 mètres. Le premier de ces plateaux est situé entre
» Yatova et le rio Magro, et le second entre la Muela del Oro et le
» Cabriel, près de Cofrentes. Dans ces deux localités on passe des
» calcaires crétacés aux calcaires d'eau douce, d'une manière telle-
» ment insensible que l'on doute souvent auquel des deux terrains
» appartiennent les roches sur lesquelles on marche. Ce n'est que
» lorsqu'on parvient à découvrir quelques fossiles caractéristiques,
» ou que l'on examine avec attention la nature des différents cal-
» caires, que cesse l'incertitude, et c'est ainsi que nous avons pu, bien
» qu'avec quelques doutes, tracer sur notre carte les limites de ces
» deux terrains. Lorsqu'on se rapproche d'Almansa, près de San-
» Benito, les dépôts crétacés se relèvent un peu, et surgissent au-
» dessus des terrains tertiaires de la plaine, en formant un petit
» système qu'on appelle le *Mugron de Meca*.

» D'Almansa à Villena, sur la route d'Alicante, avant d'arriver à
» la Venta de la Gitana, on rencontre encore une petite chaîne cré-
» tacée peu élevée au-dessus du niveau moyen de la plaine. C'est

---

(1) *Memoria sobre los trabajos de la comision del mapa geologico*, par D. Fr. de Lujan, 1852, p. 28.

» la même chaîne que l'on traverse au Puerto d'Almansa, sur la
» route de Valence.

» Si nous pénétrons dans le sud du royaume de Valence, nous ne
» trouvons plus les couches crétacées en plateaux sub-horizontaux,
» comme nous venons de le voir ; mais elles forment tout un système
» de montagnes dont les couches sont souvent fortement inclinées ;
» les trois points de cette partie de la contrée où nous avons reconnu
» la présence de la craie sont : 1° le mont Cabrer ou la sierra de Ma-
» riola, près d'Alcoy ; 2° le cap d'Albir ; 3° le Mongo et l'extrémité du
» cap Saint-Antoine.

» La sierra de Mariola est un centre crétacé assez important : elle
» forme une petite chaîne présentant des escarpements abruptes, tour-
» nés du côté de l'E., et des découpures profondes du côté de l'O. et
» du S. Au pied de cette sierra s'étend une plaine tertiaire très fer-
» tile, qui s'ouvre vers la mer, entre Gandia et Oliva, et qui est arro-
» sée par le rio de Alcoy. La rive droite de celui-ci est occupée par
» des dépôts tertiaires moyens et nummulitiques, et sa rive gauche
» par la continuation crétacée de la sierra de Mariola.

» Alcoy se trouve ainsi placé au centre d'un cirque nummulitique
» d'un côté et crétacé de l'autre ; les contours des montagnes sont
» fort accidentés, inaccessibles sur quelques points, et les escarpe-
» ments abruptes sont tournés vers l'intérieur du cirque.

» La sierra de Mariola mérite d'autant plus de fixer l'attention des
» géologues, que c'est le seul point où nous ayons découvert, d'une
» manière incontestable, les assises inférieures du groupe néocomien,
» remplies de ces Bélemnites plates qui les caractérisent si bien en
» France dans les environs de Castellane (Basses-Alpes), et qui,
» d'après les observations de M. Coquand, se trouvent aussi au même
» niveau dans la province de Constantine. C'est à une demi-lieue
» du village de Concentaina, au pied nord du mont Cabrer, que se
» rencontrent ces couches néocomiennes, sous forme de calcaires
» jaunâtres, marneux et d'argiles bleues mêlées de pyrites. Avec le
» *Belemnites dilatatus*, Blainv., on trouve encore les espèces sui-
» vantes, la plupart caractéristiques de l'étage néocomien inférieur :
» *Belemnites subfusiformis*, Rasp., *Nautilus neocomiensis*, d'Orb.,
» *Ammonites Perezianus*, id., *A. Cailliaudanus*, id., *A. Astieria-*
» *nus*, id., *A. neocomiensis*, id., *A. radiatus*, Brug., *A. Du-*
» *masianus*, d'Orb., *A. Rouyanus*, id., *A. clypeiformis*, id.,
» *A. angulicostatus*, id., *A. Emerici*, Rasp., *A. Belus*, d'Orb.,
» *Terebratula prælonga*, Sow., et *Toxaster complanatus*, Ag.

» Les couches plongent au S. sous le mont Cabrer, dont la masse » principale appartient à l'étage néocomien supérieur. Ce dernier » est représenté par des calcaires jaunâtres ou gris avec de petites » Orbitolines coniques (*O. conoidea*, A. Gras), la *Terebratula lata*, » Sow., et ces mêmes rudistes (*Requienia Lonsdalei*, d'Orb.), » que nous avions déjà vus au Pico el Tejo, près de Requena, ainsi » qu'au rio Deva, près de Libros, province de Teruel. Le sommet de » la montagne est formé par un calcaire siliceux et magnésien, dans » lequel on voit des Nérinées et des Huîtres de grandes dimensions.

» Le cap d'Albir est un promontoire qui s'avance dans la mer » près d'Altea, en face du Puig Campana; ce dernier est nummu- » litique, mais le cap est crétacé et tient à la terre ferme par une » plaine assez basse; on y a établi quelques travaux pour l'exploitation » d'une mine de fer aujourd'hui abandonnée. Indépendamment du » minerai de fer, nous y avons recueilli le *Pecten atavus*, Roem., » l'*Ostrea macroptera*, Sow., la *Terebratula lata*, id., des Bélemnites » et des Orbitolines coniques (*O. conoidea*).

» Nous venons d'explorer la partie sud du royaume de Valence; » nous allons maintenant nous transporter dans sa région nord, à la » frontière de l'Aragon et de la Catalogne, où nous trouverons un » système continu de dépôts crétacés, qui pour l'étendue en surface » ne le cède pas à ceux du nord.

» Les dépôts de cette région, vus en masse sur la carte, ont la » forme d'un grand triangle équilatéral de plus de 100 kilomètres de » côté; ils couvrent par conséquent une surface de plus de 5000 kilo- » mètres carrés. L'un des côtés du triangle court parallèlement au » littoral de la Méditerranée dans la direction N.-E., S.-O, de » Castellon de la Plana à Tortosa; un autre va de Tortosa à Montalvan » dans la direction E. O., et le troisième côté revient vers Castellon » de la Plana par une ligne un peu ondulée dans la direction du » S.-E. L'intérieur de ce triangle appartient tout entier aux dépôts » crétacés C'est un plateau froid et élevé, qui s'abaisse brusquement » vers la mer; ses profondes découpures, dans sa partie littorale, » donnent lieu à des accidents de terrains très pittoresques et consti- » tuent une véritable région montagneuse. Vers l'O., au contraire, il » n'offre que des ondulations beaucoup moins prononcées, et qui au » premier abord paraissent assez irrégulières. Cependant on peut y » distinguer deux lignes de faîtes principales : l'une est orientée » suivant le mouvement de la côte, l'autre s'en éloigne à angle droit » dans la direction du N.-O. Le point de jonction de ces deux direc-

» tions forme la partie la plus culminante du système; c'est préci-
» sément à ce point que se trouve la Peña Golosa, dont l'altitude
» est d'environ 1700 à 1800 mètres, et qui se voit de très loin en
» mer. Si l'on fait abstraction des Pyrénées, où les dépôts crétacés
» s'élèvent très haut, on trouve que c'est la Peña Golosa qui est la
» montagne crétacée la plus élevée de toute l'Espagne. Elle est toute-
» fois peu différente de la Muela de San-Juan, dans les montagnes
» d'Albarracin. Cet ensemble crétacé est séparé de la mer par une
» étroite bande de terrain tertiaire. Au sud, elle est en contact
» avec des formations beaucoup plus anciennes, avec des masses de
» grès, de calcaires et de dolomies triasiques, qu'on trouve à Ar-
» tana, Chova, Segorbe et jusqu'à Murviedro.

» Lorsqu'on fait l'ascension de la Peña Golosa, depuis la petite
» ville de Lucena, on passe en revue successivement, de bas en haut,
» presque toutes les couches crétacées de la localité; ces couches
» plongent en moyenne du côté du nord, et leurs tranches, brisées
» sur le revers sud de la montagne, donnent lieu à des escarpements
» qui s'éloignent peu de la verticale. Aussi, la Peña Golosa n'est-elle
» accessible que du côté du nord.

» Voici quelques détails sur la coupe de cette montagne. Les cou-
» ches inférieures qu'on aborde en quittant Lucena sont composées
» d'un calcaire marbre de couleur foncée, avec des marnes et des
» masses de gypse blanc ou gris. Le gypse étant très rare dans la
» formation crétacée de l'Espagne, nous avons quelques doutes sur
» l'âge de ces couches que l'on retrouve à Villahermosa, de l'autre
» côté de la Peña Golosa. Quoi qu'il en soit, elles sont surmontées par
» des grès quartzeux gris, et par des dépôts calcaires d'une épais-
» seur considérable, avec *Cerithium Lujani*, nov. sp., *Ostrea*
» *aquila*, d'Orb., *Requienia Lonsdalei*, id., *Trigonia ornata*, id.,
» *Lima Cottaldina*, id., *Terebratula lata*, Sow., accompagnées de
» grandes Nérinées et de petites Orbitolines coniques (*O. conoidea*).
» Un grès jaune, peu épais, sépare ces premières masses calcaires
» de celles qui forment toute la partie supérieure de la montagne, et
» dans lesquelles nous avons retrouvé les mêmes Orbitolines, et à
» peu près les mêmes fossiles (*Requienia* et *Terebratula*) que dans
» les couches précédentes. Ces fossiles caractérisent en Espagne
» comme en France l'étage supérieur du groupe néocomien.

» En poursuivant notre exploration dans la direction de l'ouest,
» nous trouvons ces mêmes dépôts néocomiens à Villahermosa, à
» Cortes, à Peña del Salto près Rubielos et à Mora; mais en appro-

» chant de cette dernière localité, les roches qui les composent ne
» sont plus représentées seulement par des masses de calcaires
» comme nous en avons vu jusqu'à présent. Ainsi on rencontre des
» collines et même de petites montagnes formées en entier d'un grès
» sableux, quartzeux, rouge, vert ou jaune, dont l'aspect extérieur
» offre la plus grande analogie avec les grès du trias.

» Après avoir marché longtemps sur ces roches qui n'ont pas moins
» de 150 à 200 mètres d'épaisseur, ce n'est que dans les environs de
» Mora que nous avons pu reconnaître quelle était leur véritable
» position. De Rubiclos jusqu'à Mora, nous ne les avions pas quit-
» tées ; nous les avions vues se mélanger souvent de marnes rouge
» lie de vin, et par leur stérilité, donner alors au pays un aspect dé-
» solé. En descendant vers Mora, nous y avions rencontré des bancs
» subordonnés de marnes avec des fossiles mal caractérisés. Ce n'est
» qu'au delà de Mora, au nord-est de cette ville, dans la direction
» de Linarès et d'Alcala de la Selva, que nous les avons vues d'une
» manière positive servir de base au calcaire néocomien supérieur.
» En effet, dans cette direction, le sol se relève et l'on atteint bientôt
» une série de hauteurs qui ne sont que le prolongement de l'arête
» que nous avions traversée entre Villahermosa et Rubielos, arête
» aplatie qui sert de ligne de partage des eaux, et qui est entièrement
» composée de calcaire néocomien. Après avoir vu quelques bancs
» de lignite sans valeur, qui se développent dans les grès, nous
» sommes arrivés à la zone calcaire, composée de deux masses prin-
» cipales, l'une inférieure, marneuse et fossilifère, l'autre supérieure,
» plus compacte et coupée à pic, de manière à former des escar-
» pements pittoresques tels que la Peña del Cid.

» Les calcaires marneux, favorables à la végétation, offrent des
» forêts qui paraissent d'autant plus belles qu'elles sont assez rares
» en Espagne. Près du Collado de San-Rafael, ces couches sont
» riches en fossiles et nous ont offert les espèces suivantes: *Ammo-*
» *nites Cornuelianus*, d'Orb., *A. intermedius*, id., *A. Nisus*, id.,
» *Nautilus*, *Cerithium*, *Lima Cottaldina*, d'Orb., *Plicatula pla-*
» *cunea*, Lam., *Ostrea macroptera*, Sow., *O. Boussingaulti*, d'Orb.,
» *O. Pellicoi*, nob., *Cyprina*, même espèce qu'au pont du Cabriel,
» près Villargordo, *Venus Dupiniana*, d'Orb., *Pecten atavus*,
» Roem., *Pinna Robinaldiana*, d'Orb., *Terebratula sella*, Sow.,
» *T. lata*, id., *Toxaster oblongus*, Ag., *Discoidea*, et enfin les
» mêmes Orbitolines coniques (*O. conoidea*), qu'on trouve partout
» en Espagne, dans le groupe néocomien.

» Entre Mora et Sarrion, nous sortons définitivement du grand
» triangle néocomien. A l'exception d'un lambeau situé sur le rio
» Deva, près Libros, nous ne retrouvons plus de dépôts analogues
» dans toute la zone assez accidentée, composée de plaines et de
» montagnes, où se trouvent la sierra Camarena, Teruel et Albar-
» racin, zone dont l'axe principal est dirigé au N.-N.-O. Pour re-
» trouver les couches crayeuses, il faut dépasser Albarracin et gagner
» le centre des montagnes, vers Frias, Calomarde, Villar del Cobo
» et Griegos, et si l'on jette les yeux sur la carte, on voit que c'est
» vers ce point que prennent naissance plusieurs grands fleuves qui
» coulent ensuite dans des directions opposées, soit vers la Méditer-
» ranée, soit vers l'Océan. Le Tage, le Jucar, le Cabriel, le Guada-
» laviar, et quelques rivières de moindre importance qui vont au
» nord rejoindre l'Èbre, ont leurs sources dans ces montagnes.

» Nous disons *montagnes*, mais, en réalité, ces élévations ne res-
» semblent pas, quant à leur relief, à celles que forme, vers la mer,
» le brusque affaissement de la haute région que nous venons de
» parcourir; elles sont composées d'une série de plateaux allongés
» dans divers sens, et d'où aucun pic, aucun sommet élevé ne sur-
» git. Ces plateaux sont séparés par des *barrancos* ou vallées quel-
» quefois très étroites, de 150 à 200 mètres de profondeur.

» Le noyau central est formé par la Muela de San-Juan (1700 à
» 1800 mètres), le cerro de San-Felipe, et la sierra de Valdemeca.
» C'est le massif d'où s'échappent les sources des rivières que nous
» venons de nommer.

» Cette localité est donc intéressante au point de vue orographique,
» en ce qu'elle constitue pour ainsi dire une gibbosité centrale un
» peu plus élevée que tout le reste du pays. Néanmoins cette gib-
» bosité ne forme pas de saillie bien prononcée, car entre elle et la
» mer on rencontre la sierra Camarena et la Peña Golosa, qui s'élè-
» vent presque à la même hauteur. Il est bon de remarquer aussi
» que l'on n'aperçoit nulle part, dans cette province, de roches py-
» rogènes auxquelles on puisse attribuer la cause de l'élévation de
» ce plateau. Les roches ignées les plus rapprochées sont les granites
» du Guadarrama, à plus de 160 kilomètres à l'ouest.

» Les dépôts crétacés ne forment que la partie la plus supérieure
» des plateaux; ce sont des dépôts jurassiques et triasiques qui en
» constituent la base. Dans les vallées, les couches sont souvent déran-
» gées par suite de glissements ou d'affaissements; mais, quand on
» s'élève, on remarque que les assises dont se composent les for-

» mations jurassique et crétacée sont restées dans une position peu
» inclinée ou très voisine de l'horizontale. On n'y aperçoit nulle part
» de contournements violents, de dislocations brusques, ni même
» de plongements sous un angle très ouvert, comme nous en avons
» remarqué dans la province d'Alicante et à la Peña Golosa.

» Ces dépôts se poursuivent ainsi dans la direction de l'O., et sont
» profondément coupés par le Tage, entre Peralejos et Pobeda de la
» Sierra. Ils forment le sommet des plateaux, vers Beteta, Carrascosa,
» Pozuelo et Recuenco, et enfin, à l'ouest de ce dernier point, ils
» cessent complétement de se montrer au jour, et s'enfoncent défi-
» nitivement sous le terrain tertiaire.

» En résumé, dans cette région de l'Espagne qui comprend le
» royaume de Valence et le sud de l'Aragon, nous remarquons deux
» grands rivages crétacés. L'un, qu'on peut appeler *méditerranéen*,
» commence dans les environs d'Alicante, se maintient à peu près
» parallèlement à la ligne de côte, et se termine par le grand triangle
» dont nous avons parlé ; l'autre, qui appartient à l'intérieur, a son
» principal développement près de Cuença, et forme une large bande
» dirigée vers le N. un peu O. Ces deux anciens rivages sont séparés
» par une large zone qu'occupent des formations plus anciennes,
» les dépôts jurassiques ou triasiques, zone dans laquelle ceux de la
» craie n'existent plus qu'en lambeaux discontinus.

» Dans la région méditerranéenne, les couches crétacées se dis-
» tinguent de celles de l'intérieur, en ce qu'elles appartiennent pres-
» que exclusivement au membre inférieur de la série, au groupe
» néocomien (sierra-Mariola, près d'Alcoy, Peña Golosa), tandis
» que, dans la région de l'intérieur, ces mêmes couches manquent
» complétement, et l'on ne trouve plus que des dépôts appartenant
» à des étages plus récents. Ces derniers constituent deux assises
» bien différentes ; l'une supérieure, composée de calcaires blan-
» châtres en couches horizontales ou peu inclinées ; l'autre infé-
» rieure, composée de bancs de grès, ordinairement blancs ou jaune
» clair, se distinguant très bien des grès néocomiens que nous
» avons rencontrés à Mora. Ces assises de grès, qu'on trouve si
» développées entre Cuença et las Majadas, entre Villar del Cobo et
» Moya, entre Calomarde et Frias, puis à la Muela de San-Juan et
» dans la profonde vallée du Tage, entre Checa et Beteta, passent
» quelquefois à un sable désagrégé, mêlé de beaucoup de galets de
» quartzites blancs ou gris, très arrondis et comme polis par le frot-
» tement. Dans cet état, ces dépôts ont la plus grande analogie avec

» la manière d'être des dépôts diluviens. C'est particulièrement » dans ces bancs qu'on trouve, à Uña sur le Jucar, à Guadalaviar » près la Muela de San-Juan, quelques couches de lignites qui donnent lieu à des exploitations presque aussitôt abandonnées qu'entreprises. Ces dépôts charbonneux ont leurs analogues dans le nord » de l'Espagne, soit dans la province de Santander, soit à Rosas près » Reynosa, au pied méridional de la chaîne cantabrique.

» De ce qui précède, il résulte donc que les sédiments crétacés de » l'Espagne se divisent en deux principales séries qui occupent des » régions assez distinctes ; que le groupe néocomien et celui de la » craie tuffeau se composent chacun d'une masse arénacée surmontée par des assises calcaires ; dans le premier cas, les grès et les » marnes qui s'y mêlent représentent la partie inférieure du groupe » néocomien, et les calcaires sa partie supérieure ; dans la seconde » série les grès représentent le grès vert, et les calcaires qui les surmontent la craie tuffeau.

» Il est assez difficile de se former une idée approximative de la » puissance de ces dépôts. Quant au groupe inférieur ou néocomien, » en évaluant à 400 mètres l'épaisseur des couches dont se compose » la sierra Mariola, près d'Alcoy, nous ne nous éloignerons sans doute » pas beaucoup de la vérité. A la Peña Golosa, qui fait aussi partie » du groupe néocomien, l'épaisseur totale des couches donnerait un » chiffre que nous évaluons au minimum, à 500 mètres. Mais, dans » l'une ni dans l'autre de ces évaluations, nous n'atteignons la base » du groupe ; les grès inférieurs n'y entrent que pour une partie ; » en sorte qu'on peut estimer à 600 ou 700 mètres son épaisseur » totale. Les dépôts de la série supérieure, le grès vert et la craie » tuffeau acquièrent moins de développement ; à Cuença, par exemple, où elle est assez développée, l'ensemble des couches ne dépasse guère 150 ou 200 mètres. Dans la vallée du Tage, entre » Checa et Beteta, les grès et les calcaires crétacés peuvent avoir » environ 300 mètres.

» En examinant la distribution générale des dépôts crétacés dans » toute la péninsule, nous remarquons qu'ils sont très abondants dans » le nord, qu'ils pénètrent dans le centre, flanquant les sierras de » Burgos et de Soria, le prolongement oriental du Guadarrama, et » le haut plateau accidenté qui constitue toute la partie orientale de » l'Espagne, mais qu'ils manquent presque entièrement vers le sud » et sud-ouest, n'étant encore connus de ce côté que dans les montagnes qui avoisinent Malaga. On ne les rencontre donc que sur

» la moitié à peu près de la surface du pays. Cette moitié peut se
» représenter par les terres situées au nord-est d'une ligne partant
» des bords de l'Océan, dans les environs du cap de Peñas, près
» d'Oviedo, passant par Madrid et se dirigeant ensuite vers Cartha-
» gène et le cap de Palos. Cette ligne coupe en diagonale toute la
» Péninsule; elle la partage en région crétacée et en région où la
» craie est absente à peu d'exceptions près; cette dernière com-
» prend tout le sud, une partie du centre, un peu du nord et toute
» la région granitique ou paléozoïque de l'ouest et du sud-ouest,
» vers les frontières du Portugal, contrées où la présence de la craie
» n'a pas encore été signalée. Il faut traverser une grande partie du
» Portugal pour retrouver, sur le littoral de l'Océan, les dépôts cré-
» tacés décrits par M. Sharpe.

» Il est impossible de n'être pas frappé de la grande différence qui
» existe, au point de vue de la distribution géographique, entre les
» dépôts crétacés et les dépôts nummulitiques; nous avons vu ces
» derniers, limités au pourtour extérieur des terres, ne pénétrer que
» timidement dans l'intérieur, et ne jamais atteindre la masse centrale
» du pays, tandis que la craie se poursuit jusqu'au centre, et forme
» une bordure presque continue aux grands lacs tertiaires. »

MM. de Verneuil et Collomb ont ensuite donné une liste des fossiles crétacés recueillis dans l'est et le sud-est de l'Espagne, et ont terminé leur travail par un *Appendice bibliographique*, comprenant tous les ouvrages, notes ou mémoires publiés sur la géologie de ce pays depuis 1746 jusqu'à ce jour. Enfin, trois coupes générales proportionnelles, faites avec un grand soin, l'une de Madrid à Alicante, la seconde, E.-O. de la Méditerranée à Madrid, et la troisième, N.-S. de Santander à Motril, montrent, dans ces diverses directions, la relation des couches crétacées avec celles qui les recouvrent comme avec celles sur lesquelles elles reposent. Pour chacune d'elles, les auteurs ont évalué la proportion relative de la surface occupée par les diverses formations, la proportion relative des surfaces occupées par les plaines et par les montagnes, enfin le relief que donnerait la répartition de la masse de ces dernières sur les premières, ou un nivellement général du sol.

§ 3. Iles Baléares.

M. Albert de la Marmora (1) indique, dans la partie du nord-ouest de l'île de Majorque, une chaîne dirigée N.-E., S.-O. et présentant, du côté de la mer, des escarpements verticaux. Cette chaîne est composée de roches secondaires dont les plus basses, qui sont des calcaires compactes grisâtres, sans fossiles, souvent cristallins, appartiendraient peut-être au lias. Au-dessus, d'autres calcaires grisâtres, avec des veines spathiques, représenteraient la base de la formation crétacée, constituant les crêtes les plus élevées de l'île. Quelquefois compactes ou marneux, gris ou rouges avec des silex et des Ammonites, par places ils ressemblent à l'*alberese* et à la *scaglia* de l'Italie. Près de Beninsalem, sont des lignites avec des couches bitumineuses et des coquilles lacustres, surmontés de calcaires que l'auteur compare à ceux du Salève. Au mont Alcudia les caractères des roches sont les mêmes.

Dans l'île de Minorque règnent des dolomies blanches, des grès dolomitiques, des grès micacés, des calcaires noirs veinés et du macigno qui dépendent probablement du groupe nummulitique (*antè*, vol. III, p. 159). En comparant les deux îles, on reconnaît que le noyau central de Majorque ne correspond, ni pour l'époque de son soulèvement, ni par sa direction, avec celui de Minorque. Cette dernière île n'aurait éprouvé de commotion ni pendant ni après le dépôt tertiaire, tandis que le relief de Majorque est dû à un soulèvement plus récent et peut-être contemporain des diorites des Pyrénées.

M. Pablo Bouvy (2), qui semble n'avoir pas connu ce travail, fait remarquer, d'abord, que le groupe des Baléares s'élève du sein des mers, suivant la direction d'un arc de grand cercle, qui passant par les îles Madère et par Varna, sur la mer Noire, présenterait entre ces points extrêmes, plusieurs accidents orographiques remarquables. Cette direction E. 32° N. à O. 32° S. se rapporterait d'après lui à celle des Alpes Orientales, précisément comme on vient de voir que

(1) *Mém. de l'Acad. r. des sciences de Turin*, vol. XXXVIII, p. 51, 1835.

(2) *Reseña geognostica de la isla de Mallorca y descripcion de la situacion y esplotacion de la ulla del terreno secundario de esta isla* (*Revista minera*, vol. III, p. 174, 1852).

M. de la Marmora l'avait indiqué depuis longtemps, et M. Élie de Beaumont (1) plus anciennement encore.

L'axe de soulèvement de Majorque constitue, ainsi que nous l'avons dit, sur sa côte septentrionale, une chaîne appelée *sierra del Norte*, de 800 à 1000 mètres de hauteur moyenne, avec des cîmes de 1200 à 1500 mètres. Le porphyre vert et l'ophite (diorite ?) semblent former la base de l'île et se montrent au bord de la mer, au fond des vallées transversales et longitudinales, etc. Le terrain secondaire, soulevé et disloqué en tous sens, plonge généralement au S.-E. La largeur moyenne de la chaîne est d'environ 20 kilomètres. Une seconde ligne de hauteurs traverse la partie médiane de l'île parallèlement à la précédente, en atteignant 654 mètres, et la côte méridionale est encore bordée par une troisième, également parallèle, et dont l'une des cîmes s'élève à 743 mètres. L'épaisseur totale du terrain secondaire est estimée à 3000 mètres, et les couches sont concordantes dans toute cette hauteur, dont la formation crétacée occupe une grande partie. L'escarpement rapide et régulier que forment au nord-ouest les têtes des couches est divisé par M. Bouvy en cinq *systèmes* ou étages, dont les deux premiers appartiendraient au lias, et les trois autres à la formation crétacée.

Le plus inférieur de ceux-ci comprend des grès micacés, en couches minces, schisteux, à grain fin, rouges et blancs, traversés par des veines spathiques et de petits filons de fer hydraté. Bien caractérisés à l'extrémité occidentale de la vallée de Valdemosa, ailleurs ils sont remplacés par un poudingue à grains de quartz. Cette assise est recouverte par une sorte de calcaire oolithique. Le second étage se compose de calcaires, de marnes calcaires et argileuses, avec des Ammonites et des Bélemnites, de calcaires compactes jaunes, à cassure esquilleuse, remplis aussi de ces fossiles et employés comme marbres ordinaires, de calcaires fragmentaires, à grain cristallin, utilisés pour l'empierrement des routes, de calcaires celluleux, de couches puissantes de roches agrégées ou poudingues, dont les cailloux, provenant de toutes les roches précédentes, sont réunis par un ciment calcaire. Ces diverses couches passent d'ailleurs les unes aux autres par des nuances insensibles. On y rencontre des

(1) Note sur la constitution géologique des îles Baléares (*Ann. des sc. nat.*, vol. X, p. 423). — *Recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe* (*Ann. des sc. nat.*, 1829-1830, vol. XVIII-XIX).

veines de barytine avec galène, et, sur un point, de la fluorite avec ce dernier minéral. Enfin, dans l'étage supérieur, se trouvent des couches importantes de combustible dont l'exploitation est l'objet principal du mémoire de M. Bouvy. Il y signale : 1° un poudingue ressemblant aux précédents ; 2° un calcaire compacte jaune avec de nombreuses Ammonites et des Bélemnites ; 3° des marnes calcaires et argileuses, bleues ou grises ; 4° deux ou trois couches de grès macigno ; 5° des calcaires lacustres compactes, bitumineux, remplis de coquilles d'eau douce ; 6° des bancs de charbon ; 7° du gypse. Ces diverses roches alternent sans affecter aucun ordre constant dans leur position relative. L'auteur mentionne des Ammonites de 0m,50 de diamètre, le *Belemnites mucronatus*, un grand nombre de Sphérulites et d'Hippurites, quelques Pholadomyes, des Trigonies, des fragments de Baculite, etc. Le terrain tertiaire qui vient ensuite n'aurait pas moins de 1000 mètres d'épaisseur.

Par les détails et les remarques dont il les a fait suivre, il est facile de reconnaître que les prétendues alternances invoquées par M. Bouvy ne sont que de fausses apparences dues aux nombreuses dislocations des divers systèmes de couches, et que tous les dépôts lacustres, charbonneux et cataclysmiques, supérieurs aux strates d'origine marine, appartiennent, non au terrain secondaire, mais bien aux premiers sédiments de la période tertiaire inférieure, dont ils offrent tous les caractères.

Ainsi ces dépôts d'eau douce comprennent des calcaires compactes, fétides, bitumineux, avec des empreintes végétales peu distinctes, des argiles plastiques, des calcaires terreux, des lits de charbon, remplis de coquilles lacustres avec quelques coquilles marines. La *Lymnæa longiscata*, les Mélanies, les Paludines, les Physes, les Cyclostomes, les Troques, les Planorbes, les Cyclades et les *Cypris*, forment par leur accumulation des bancs solides, exploités comme marbre lumachelle d'un assez joli effet. Ces coquilles ont conservé leur test, tandis que les fossiles marins sont tous à l'état pyriteux. Le fer sulfuré est d'ailleurs très répandu dans tout le système, soit en rognons, soit en boules, soit en plaques. Il y a, de plus, des débris de Tortues, de sauriens et des coprolithes. Les plantes sont charbonnées et paraissent avoir appartenu à des équisétacées, des Zamia et des cycadées.

Dans une coupe, donnée par M. Bouvy, on compte jusqu'à vingt-trois couches successives, sans aucun fossile marin (p. 306) ; aussi convient-il plus loin (p. 346), que les corps qu'il avait pris

pour des *Cypris* peuvent être des Nummulites, et que cette série de couches est comparable à celle du département de l'Aude et de beaucoup d'autres localités que nous avons décrites en parlant du groupe nummulitique.

Cette esquisse de Majorque, tout incomplète qu'elle soit, suffit cependant pour nous montrer que la composition géologique de l'île correspond très bien à la partie de l'Espagne qui lui est opposée, dans le royaume de Valence et le sud de l'Aragon, depuis le lias jusqu'au groupe nummulitique et au terrain tertiaire moyen. Des recherches plus détaillées y feront retrouver sans doute l'étage d'Oxford, le groupe néocomien et quelque représentant de la craie tuffeau.

CHAPITRE II.

FORMATION CRÉTACÉE DU VERSANT MÉRIDIONAL DES ALPES.

Le versant méridional des Alpes, depuis Savone jusqu'à la pointe sud de l'Istrie, forme une vaste courbe flexueuse, tournée au S.-E. et présentant assez exactement un ∽ placé horizontalement et dont la boucle serait occupée par le lac de Garde. Les pentes de cette courbe n'offrent que sur un petit nombre de points des lambeaux de la formation crétacée, souvent fort éloignés les uns des autres, et qui ont donné lieu à de longues et vives controverses. Ce n'est pas que les groupes que nous avons vus si nettement caractérisés à l'ouest de la chaîne se présentent ici avec des caractères extrêmement modifiés ou très différents, mais c'est que, comme presque toujours, on ne prenait en considération qu'un seul ordre de faits et qu'on opposait les unes aux autres des observations de natures différentes, sans corrélations entre elles.

§ 1. Alpes maritimes.

Cartes géologiques.

Sir H. T. de la Bèche (1) avait regardé la plus grande partie de la côte de la Méditerranée, entre Nice et Vintimiglia, comme appartenant à la formation jurassique. Excepté l'isthme de Saint-Hospice qu'il rapportait au *grès vert*, la pointe du phare était encore jurassique comme beaucoup de hauteurs environnantes, le sous-sol de Nice, les rives du Paglione au nord de la ville, etc. Le reste du pays était occupé par le *grès vert*, auquel il réunissait les dépôts nummulitiques. Sur la carte géognostique de M. de Dechen (2), la craie (*Kreide*) est représentée par ces derniers dépôts, et le grès vert (*Grünsand*, *Quadersandstein*) par deux bandes sinueuses se réunissant vers les sources du Tanaro. La formation jurassique, qui circonscrit le tout, borde, avec les couches tertiaires, la côte de Nice à Vintimiglia. La teinte verte qui, sur la carte géologique de la

---

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie des environs de Nice (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 171, 1829).

(2) Une feuille, Berlin, 1839.

France (1), comprend le groupe néocomien, le gault et la craie tuffeau forme un massif assez considérable au nord et à l'est de Nice, limité dans la première de ces directions par la formation jurassique qui ne se prolonge pas au S. comme dans la carte précédente, et dans la seconde par le groupe nummulitique colorié en jaune.

Comté de Nice. M. Pierre de Tchihatcheff (2) a esquissé les caractères de ces mêmes couches aux environs de Nice, et signalé dans les unes l'*Exogyra columba*, Gold., et l'*Ammonites rhotomagensis*, Defr., dans d'autres, l'*Ammonites asper.*, Mér., et une espèce voisine de l'*A. heterophyllus*, Sow. Le tout est rapporté au *grès vert*. D'un autre côté, M. de Collegno, réunissant sous la teinte jaune de son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie* (3) le groupe nummulitique et la formation crétacée tout entière, a donné aux contours de cet ensemble, par rapport à la formation jurassique, à peu près la même disposition que sur la carte de France. M. L. Pareto a publié une *Carte géologique de la Ligurie maritime* (4), qui diffère peu de celle dont nous allons parler, mais dans laquelle, par suite sans doute de quelque erreur de coloriage, la formation jurassique trace une sorte de ruban continu entre la *craie verte* et le groupe néocomien.

On a déjà vu (*antè*, vol. III, p. 60) que M. A. Sismonda (5) avait observé, en montant à la chapelle de Notre-Dame de Ville-Vieille, à 3 lieues au nord de Nice, les couches nummulitiques recouvrant des calcaires compactes avec *Holaster subglobosus*, Ag., *H. suborbicularis*, id., *H. altus*, id., *Micraster cor-anguinum*, id., *M. arenatus*, E. Sism. Autour de Maria, dans la vallée de la Tinea, le même savant (p. 84) signale, sur les calcaires jurassiques, des strates contournés de calcaires remplis de Bélemnites, et qu'il désigne sous le nom de *partie inférieure de la craie verte*. Ces roches, plus argileuses près du village où elles renferment des fragments d'Inocérames, plongent au S. 20° E. Avant d'atteindre Clanzo, on les perd de vue sous un poudingue particulier qui accompagne les dépôts nummulitiques.

(1) Dufrénoy et Élie de Beaumont, 6 feuilles, Paris, 1841.
(2) *Coup d'œil sur la constitution géol. des provinces mérid. du roy. de Naples et observations sur les environs de Nice*, p. 243, in-8, Berlin, 1842.
(3) Une feuille, 2e éd., Paris, 1844.
(4) Une feuille, Gênes, 1846.
(5) *Notizie e schiaramenti*, etc. Notices et éclaircissements sur la constitution des Alpes du Piémont (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e sér., vol. IX, 1847).

A Saint-Martin du Var, le calcaire néocomien, changé par place en gypse, est recouvert çà et là par la craie inférieure, puis il disparaît sous les sables et les graviers tertiaires. Si l'on pénètre dans la vallée de l'Esteron et qu'on se dirige vers Giletta, on traverse le même calcaire néocomien également changé en gypse, puis un calcaire argileux qui appartient à la craie verte fossilifère. Une sorte de dolomie lui est associée à l'entrée du village et elle plonge au N. 20° O. comme les couches crétacées qui viennent s'appuyer contre elle. Au nord de ce point le calcaire argileux continue à s'étendre sur le groupe néocomien composé de calcaires compactes. Les fossiles peu nombreux que l'auteur cite dans ce groupe sont : *Aptychus Didayi*, Coq., *Ammonites subfascicularis*, d'Orb., *A. virgatus*, Blainv. (1) (Falicon près Nice), *A. Ixion*, d'Orb. (Drappo-Paglione), *Belemnites dilatatus*, Blainv. (Saint-Martin, Saint-Hospice), *B. pistiliformis*, id., etc.

Dans ce que M. A. Sismonda nomme la *craie inférieure*, il a recueilli : *Holaster suborbicularis*, Ag., *Micraster arenatus*, E. Sism., *M. cor-anguinum*, Ag., *M. gibbus*, id., *Ananchytes ovata*, Lam., *Discoidea rotula*, Des., *Galerites castanea*, id., *Pinna*, *Inoceramus mytiloides*, Mant., *I. Cuvieri?* Sow., *I. plicatus*, d'Orb., *Exogyra columba*, Gold., *Terebratula subrotunda*, Sow., *T. ovoides*, id., *Pleurotomaria lima*, d'Orb., *P. Marrotiana*, id., *Turrilites undulatus*, Sow., *T. Bergeri*, Al. Brong., *Ammonites Mantelli*, Sow., *A. falcatus*, Mant., *A. varians*, Sow., *A. rhotomagensis*, Defr. *A. colobrinus*, d'Orb. (2), *Nautilus Deslongchampsianus*. id. Les localités où l'on rencontre plus particulièrement ces fossiles sont Drappo Paglione, Villa-Franca, Nice, la Penne, Rocca-Esteron, Curbis et Saint-Hospice.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit du groupe de la craie tuffeau, plus à l'O., dans les Basses Alpes, entre Escragnolles et Castellane, entre Vergons et Annot, etc. (*antè*, vol IV, p. 493 et suivantes), on n'hésitera pas à voir dans les couches qui renferment ces fossiles son véritable représentant dans le comté de Nice. Il est également probable qu'il est ici surmonté de quelques assises plus récentes appartenant à la craie blanche et il ne serait pas impos-

---

(1) L'*A. virgatus* n'est point de Blainville, mais de Buch et appartient à l'étage d'Oxford de Russie.

(2) Nous ne connaissons pas d'*A. colobrinus*, d'Orb. L'*A. consobrinus* de cet auteur est caractéristique des argiles à Plicatules, et ne s'élève pas au-dessus du gault.

sible qu'il reposât sur quelque rudiment du gault comme l'indiqueraient le *Turrilites Bergeri* et le *Pleurotomaria lima*.

Sur la carte géologique jointe au mémoire de M. Sismonda, le second groupe constitue un massif très découpé au nord de Nice et plusieurs îlots moins étendus, l'un à l'est, entre Villefranche et le cap Saint-Hospice, les autres à l'est et à l'ouest du massif principal. Au nord-ouest un massif distinct, aussi considérable que le premier, est comme lui limité au nord par la formation jurassique, et entoure, en suivant les vallées de l'Esteron et du Var, un îlot nummulitique, allongé de l'E. à l'O., semblable à celui de Comtes, de Coraza et de Lescarene, au nord de Nice. Les espaces compris entre ces massifs de craie tuffeau seraient principalement occupés par le groupe néocomien, bordant aussi une grande partie de la côte de Nice à Menton, comme sur la carte géologique de la France, mais contrairement à ce qu'avait dit M. de la Bèche et à ce que M. de Dechen a exprimé sur sa carte.

M. Perez (1), en cherchant à établir les limites de la formation crétacée des Alpes maritimes, a fait voir qu'en l'absence des calcaires à Hippurites dans le comté de Nice et la Ligurie, le groupe nummulitique reposait généralement sur un calcaire marneux, quelquefois à points verts, dans lequel on trouve : *Micraster arenatus*, E. Sism., *M. cor-anguinum*, Ag., *Ananchytes ovata*, Lam., *Inoceramus mytiloides*, Mant., *Exogyra columba*, Gold., *Nautilus triangularis*, Montf., *Ammonites varians*, Sow., *A. Woollgari*, Mant., *A. rhotomagensis*, Defr., *A. Mantelli*, Sow., *A. falcatus*, Mant., *A. Fleuriausianus*, d'Orb., *Scaphites æqualis*, Sow., *Baculites baculoides*, d'Orb., *Turrilites costatus*, Lam., *T. Gravesianus*, d'Orb., etc., fossiles dont le plus grand nombre caractérisent le second étage de la craie tuffeau, quelques-uns le premier, et deux ou trois la craie blanche. Si, comme on peut le présumer d'après la coupe de la montagne de Notre-Dame de Ville-Vieille, ces derniers se trouvent à la partie supérieure de la formation, ils pourraient faire admettre, ainsi qu'on vient de le dire, l'existence d'un faible représentant de la craie blanche, car la continuité parfaite des deux groupes, partout où ils existent, ne permet pas plus qu'ici de les séparer stratigraphiquement.

Sous les calcaires marneux précédents sont deux bancs de grès

---

(1) *Atti della ottava riun. degli scienz. italiani*, à Gênes, en 1846, p. 661, in-4, 1847.

vert qui les séparent des calcaires jaunes, compactes, sous-jacents. Le premier, à la Madona de Laghetto, à la plaine d'Eza, au Rayét, près Monte-Calvo, renferme les *Ammonites Lyelli*, Leym., *mamillaris*, Brug., *Roissyanus*, d'Orb., *Delaruei*, id., *interruptus*, d'Orb., *Beudanti*, Al. Brong., *latidorsatus*, Mich., le *Discoidea subuculys*, Ag., etc., qui annoncent, de la manière la plus positive, l'horizon du gault que nous n'avions fait que soupçonner. Le second banc qui se reconnaît à ses petites oolithes de fer hydraté, ovales et déprimées, a présenté, dans les localités de Monte-Calvo, San Lorenzo di Turbia, aux fossés de Saint-Hospice, à Torretta, au col de Revello, etc., des fossiles propres à l'étage néocomien inférieur, tels que les *Ammonites Astierianus*, d'Orb., *cryptoceras*, id., *difficilis*, id., *Leopoldinus*, id., *Heliacus*, id., *Ixion*, id., *radiatus*, Brug., *angulicostatus*, d'Orb., le *Crioceras Emerici*, Lév., les *Belemnites dilatatus*, Blainv., et *subfusiformis*, id., etc.

Ces deux bancs, qui se montrent très rarement ensemble, ont de un à quelques mètres d'épaisseur seulement et recouvrent d'une manière concordante le calcaire compacte, jaune, plus ou moins dolomitique, qui constitue les flancs et les sommets des principales montagnes des environs de Nice pour se prolonger ensuite dans la Ligurie orientale. Ces calcaires jaunes, divisés par l'auteur en trois assises, appartiennent à la formation jurassique, comme le prouvent leurs fossiles, et M. Perez montre les raisons qu'a fait valoir M. Sismonda, pour les placer dans le groupe néocomien, contrairement à l'opinion exprimée par M. de la Bèche, par M. Buckland et sur la carte de M. de Dechen.

La série crétacée est donc encore ici représentée par ses quatre groupes, dont trois à la vérité sont presque rudimentaires, mais tellement caractérisés par leurs fossiles, que toute incertitude à leur égard doit cesser. Elle est, en outre, recouverte par un développement complet de la série nummulitique, de sorte que cette partie des Alpes qui vient expirer sur les rivages de la Méditerranée nous offre la continuation directe, modifiée seulement dans quelques uns de ses détails, de ce que nous avons vu dans le Dauphiné et la Provence. Cette succession de dépôts avait été aussi reconnue par sir R. Murchison (1), et par M. Studer (2), mais sur la carte géologique

(1) *On the structure of the Alps*, etc., sur la structure des Alpes, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 273, 1849).

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 46, 1851, avec carte

qu'a publiée ce dernier savant, une seule teinte, représentant à la fois les formations jurassique et crétacée, confond, tout en séparant nettement de la craie le groupe nummulitique, certains dépôts que ses prédécesseurs avaient distingués.

Paléontologie. Dans son *Mémoire sur les échinides fossiles du comté de Nice* (1), M. Eug. Sismonda a signalé le *Toxaster complanatus*, Ag., et le *Discoidea macropyga*, Ag., comme caractérisant les couches néocomiennes, puis l'*Holaster Sandoz*, Ag., et le *Discoidea rotula*, id. la craie tuffeau, enfin l'*Ananchytes ovata*, Lam., le *Micraster cor-anguinum*, Ag., le *Schizaster eurynotus*, E. Sism., et le *Cidaris clavigera*, Park., le groupe de la craie blanche. Le savant paléontologiste de Turin, qui admettait alors le passage d'espèces secondaires jurassiques et crétacées dans les dépôts tertiaires moyens et supérieurs, et qui croyait que la formation tertiaire inférieure manquait dans ce pays, a sans doute modifié son opinion à ce dernier égard, comme le prouve la description qu'il a donnée récemment des échinodermes des dépôts nummulitiques du comté de Nice (2).

Nous réparerons ici une omission importante que nous avons commise bien involontairement dans le tome II et la première partie du tome III de cet ouvrage en ne mentionnant, ni au terrain tertiaire ni au groupe nummulitique du même pays, l'excellent mémoire de M. A. Sismonda, intitulé : *Observations géologiques sur les terrains des formations tertiaires et crétacées en Piémont* (3). Les couches que l'auteur y décrit comme crétacées ont été placées par nous dans le groupe nummulitique de la période tertiaire inférieure.

§ 2. Milanais.

Depuis la région que nous venons d'examiner jusque sur la rive méridionale du lac Majeur, aucune couche crétacée ne vient

---

(1) *Monographia degli echinidi fossili del Piemonte* (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e sér., vol. III, p. 1, 1842). — *Memoria geo-zoologica sugli echinidi fossili del contado di Nizza* (*Ib.*, vol. VI, 1843).

(2) *In* Bellardi, *Catalogue raisonné du comté de Nice* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, 1852).

(3) *Osservazioni geologiche sui terreni delle formazioni*, etc. (*Mem. della r. Accad. delle scienze di Torino*, 2e sér., vol. V, p. 419, 1843).

affleurer entre les dépôts quaternaires ou tertiaires du bassin supérieur du Pô et les roches cristallines du pied des Alpes qui circonscrivent à l'O. la plaine du Piémont.

M. L. Pasini (1) disait, dès 1831, que les divers calcaires du Milanais, de même que ceux qui leur ressemblent et qui ne sont pas associés au macigno, doivent sans aucun doute être rapportés à la *scaglia* du Vicentin, étant souvent identiques avec elle par leurs caractères minéralogiques et se trouvant en contact avec les calcaires jurassiques. A Gavirate, au-dessus du lac de Varèse, le marbre *majolica*, très blanc, à cassure unie, avec des silex pyromaques, ressemble parfaitement au *biancone* (2) des pentes du mont Sumano. On observe de part et d'autre les mêmes irrégularités dans la stratification, et, sur le bord oriental du lac de Côme, beaucoup de ces calcaires noirs, pénétrés de veines spathiques, qui recouvrent çà et là les dolomies que l'on croyait d'abord au-dessus, sont les équivalents de la scaglia noire, qui se montre par places dans le Vicentin. Les calcaires noirs de Varenna, dans lesquels on a poussé des galeries fort étendues, seraient encore du même âge. Enfin dans le Milanais, comme dans le Vicentin et les Apennins, les mêmes calcaires variés et d'autres roches superposées à la dolomie et qui représenteraient le *grès vert* sont surmontés par la scaglia. Partout il faut reconnaître l'existence de ces dépôts crétacés antérieurs aux sédiments tertiaires, qui se montrent çà et là sous divers aspects. Quoiqu'il semble y avoir ici une certaine confusion entre la *majolica* et le *biancone* d'une part, avec la *scaglia* de l'autre, cet aperçu de M. Pasini est beaucoup plus exact que ce que l'on a souvent écrit depuis sur le même sujet.

Nous voyons néanmoins, dans une communication subséquente, le même géologue (3) signaler, entre le lac d'Iseo et la Carnia, et en allant de bas en haut, à partir des calcaires oolithiques, 1° un calcaire avec Hippurites, Sphérulites, Volutes, *Nummulites* (Orbitolites)? et polypiers alternant avec un calcaire compacte; 2° un calcaire constamment rouge et argileux, rempli d'Ammonites, de

---

(1) *Rapporti geognostici*, etc. Rapports géognostiques entre quelques points des Apennins et des Alpes (*Ann. degli sc. del regno lomb. veneto.*, fasc. V. sept. oct. 1831).

(2) On trouvera plus loin la définition pétrographique de ces expressions locales.

(3) *Atti della prima riun. degli scienz. ital.*, en 1838, p. 99, in-4, Pise, 1839.

Térébratules, d'*Aptychus lamellosus*, d'ossements de Crocodiles, etc.; 3° un calcaire blanchâtre, quelquefois argileux, à cassure unie et conchoïde (*biancone*), lorsque ses couches inférieures sont puissantes, et qui prend le nom de *scaglia* quand, vers le haut, elles deviennent moins fragmentaires. L'une et l'autre assise renferment des silex. D'après M. Pasini, les trois assises représenteraient la craie et le *green sand*, et leur liaison est si parfaite qu'il serait presque impossible de les séparer. Nous verrons cependant que cette coupe renferme deux erreurs fondamentales, l'une parce que le calcaire n° 1, au lieu d'être à la base de la craie, doit se trouver entre les deux assises du n° 3, l'autre parce que le n° 2 appartient à la formation jurassique et non à la craie.

La Brianza.

M. Provana de Collegno (1), après avoir parcouru les Alpes lombardes en 1840, rapporta certaines mollasses de la Brianza aux poudingues de Sirone, qui renferment des Hippurites. De leur côté, MM. Ant. et Giov.-Batt. Villa (2) divisèrent en trois étages la formation crétacée de cette même colline de la Brianza, située au nord-nord-est de Milan. Ce sont, de bas en haut : 1° *étage inférieur* ou de Rogeno, qui comprend des calcaires psammitiques compactes avec des débris de reptiles (*Paleosaurus* et *Hyleosaurus*), de polypiers et de Fucoïdes (ce serait à la fois l'équivalent du groupe wealdien et du groupe néocomien); 2° *étage moyen* ou de Breno et de Sirone, formé de calcaires marneux psammitiques, de calcaires à Nummulites (3) et de poudingues avec rudistes. Dans ce second étage, les auteurs distinguent six assises d'après les diverses variétés de roches. La première de ces variétés est blanche, légère, farineuse, passant au vert et au rouge; la seconde marneuse, divisée en couches, alternativement minces et épaisses, renferme des Ammonites, des Scaphites, de nombreux *Inoceramus Cuvieri* et *Lamarckii* (4);

---

(1) *Bull.*, vol. XIII, p. 266, 1842.

(2) *Sulla costituzione*, etc. Sur la constitution géologique et géognostique de la Brianza et principalement sur le terrain crétacé. In-8, Milan, 1844.

(3) Ces Nummulites sont sans doute des Orbitolites, ou bien l'assise qui les renferme serait supérieure à la série crétacée proprement dite.

(4) Voyez : Ant. et Giov. Batt. Villa., *Album repert. scient. artist. litter. di Milano*, n° 11, 1842. — Balsamo Crivelli, *Sulla giacitura d'un combustibile presso Romano* (*Giorn. I. R. Istituto lombardo*, 3 août 1843). — L. Pilla, *Saggio comparativo*, etc.

la troisième, compacte, montre des Fucoïdes avec les mêmes Inocérames, puis, lorsque le grain devient plus fin, passe à la quatrième, qui est blanche ou cendrée, toujours plus compacte que les autres, et dans laquelle sont les Nummulites avec des polypiers, des radiaires, des coquilles et des dents de poissons. La cinquième variété est rouge et moins fossilifère, à l'exception de grands corps serpuliformes ; elle alterne avec une brèche, et les poudingues et les sables de cet étage, qui constituent les dernières variétés, sont ordinairement bleuâtres. Ils passent insensiblement aux marnes sableuses et aux calcaires à Inocérames ou bien alternent avec eux. On y trouve la *Tornatella gigantea*, Sow., l'*Hippurites bioculata*, Lam., l'*H. organisans*, Des Moul., l'*H. sulcata*, Defr., etc. (1). Des Cônes, des Troques et des Volutes y avaient été signalés par erreur. Enfin l'*étage supérieur* ou de Viganò, désigné aussi sous le nom de *Molera*, *sable* ou *mollasse*, et composé de psammites micacés, sans fossiles, modifications des couches précédentes auxquelles ils passent.

Toutes ces assises, redressées généralement au N.-E., sont en stratification concordante avec celles de la formation jurassique sous-jacente et représenteraient, suivant MM. Villa, toute la formation crétacée ; mais l'étage supérieur et une partie du second, nous semblent appartenir au groupe nummulitique. Quant aux dépôts tertiaires postérieurs au soulèvement, ils sont horizontaux dans les dépressions du sol ou ont été dénudés en partie et entraînés par les courants.

Environs de Varèse, de Côme, etc.

Sur le revers méridional des Alpes, la formation crétacée présente généralement, dit M. de Collegno (2) : 1° un poudingue souvent employé comme pierre meulière et contenant parfois des Hippurites ; 2° un grès plus ou moins argileux, avec de nombreuses empreintes de Fucoïdes ; 3° un calcaire à Nummulites ; 4° des marnes bigarrées rouges et bleues. D'après les détails que ce géologue donne ensuite, nous avons dû rapporter au groupe nummulitique (*antè*, vol. III, p. 223) les trois dernières assises ou étages que nous venons d'énumérer, de sorte que le poudingue seul appartiendrait incontestablement à la craie. Ce dernier est ordinairement composé de cailloux, de silex grisâtres et de calcaires noirâtres ou gris ; ceux de granite, de gneiss et de porphyre sont très rares, et la plupart

(1) Voyez sur ces rudistes : *Cenni geol. sui terreni t· Lombardia* (*Politechnico*, 1839).
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 197, 1844.

de ses éléments proviennent de la formation jurassique. Le diamètre des cailloux varie de 1 à 6 centimètres et le ciment calcaire qui les réunit étant très dur contribue à rendre la roche propre à l'usage de pierre à meule. L'épaisseur de cette assise est d'environ 80 à 100 mètres à Sirone, où elle est exploitée et où M. de Collegno cite l'*Hippurites cornu-vaccinium*, Bronn., la *Tornatella gigantea*, Sow., et quelques autres fossiles.

Ces couches très puissantes de Sirone sont situées presque exactement à l'est de Monte-Orfano où la roche exploitée est aussi un poudingue à ciment calcaire avec cailloux de quartz et de calcaire. Lorsque le ciment tend à prédominer, des bancs calcaires alternent avec des bancs de poudingue. Les strates, dirigés à peu près E.-O., semblent être le prolongement de ceux de Sirone, quoiqu'ils en soient séparés par la vallée du Lambro, qui a 10 à 12 kilomètres de large. Le monticule qui porte les ruines du château de Baradello est encore formé d'un poudingue analogue au précédent comme la montagne dont la route de Côme à Lugano suit la base septentrionale. C'est dans cette partie que sir H. T. de la Bèche avait constaté une discordance de stratification avec les calcaires gris de fumée à silex, discordance qui s'observe encore sur d'autres points, et qui permet de séparer nettement ces poudingues des calcaires de Moltrasio, de Villa-Albese, du Buco del Piombo, etc.

Quant au calcaire *majolica* ou *biancone* et à la *scaglia bianca* dont nous avons déjà parlé, M. de Collegno (p. 182) les range dans la formation jurassique, et nous en dirons dès à présent quelques mots, sauf à justifier plus tard, par les recherches de M. Pasini, de M. Catullo (1) et de M. Filippi (2) le classement que nous avons adopté. Les observations de L. de Buch sur les Ammonites du calcaire rouge n'infirment point d'ailleurs cette manière de voir, ce calcaire n'ayant de commun avec celui qui appartient à la craie que sa teinte rouge. On a vu que M. Pasini rapportait aussi à la craie les calcaires noirs de Varenna et des calcaires rouge brique que M. de Collegno place dans la formation jurassique, entre ces derniers et le calcaire *majolica*. La coupe N.-S., prise au nord du lac de Varèse (3), montre la superposition du calcaire rouge au cal-

---

(1) *Saggio di zoologia fossile delle provincie venete.*
(2) Sur le terrain secondaire de la province de Côme (*Bibliot. italiana*, vol. XCI).
(3) *Loc. cit.*, pl. 2, fig. 3 et 5.

caire gris à silex, et la coupe N.-S. de Crevenna, la superposition de la majolica au calcaire rouge, comme celle de ce dernier au calcaire gris de fumée, le calcaire noir de Varenna (*marmo di Varenna*) formant le *substratum* du tout. Ces quatre étages se recouvrent ici à niveau décroissant. La *majolica*, qui, pour l'auteur, est la partie la plus élevée de la formation jurassique, est un calcaire blanc, compacte, à cassure conchoïde, renfermant des druses nombreuses de carbonate de chaux et traversé de veines noirâtres très déliées. Les silex y sont fréquents dans toute son épaisseur, qui est de 50 à 60 mètres. Sa blancheur éclatante le fait remarquer de très loin; ainsi depuis la hauteur de Lipomo, au sud-est de Como, on voit se dessiner, sur la dernière pente des Alpes, tous les tournants de la route qui monte à Ponzate et qui est taillée dans le calcaire *majolica*. M. de Collegno ne pense pas qu'on y ait jamais trouvé de fossiles, mais il est porté à admettre, d'après M. Pasini, que ce calcaire et le calcaire rouge marneux sous-jacent se retrouvent dans les Alpes du Vicentin et du Frioul, avec les mêmes caractères paléontologiques et minéralogiques que dans les Alpes de l'Erba.

M. Coquand (1), contrairement à une assertion de L. Pilla, qui regardait la *Terebratula diphya* comme une coquille exclusivement néocomienne, pense que le calcaire rouge de Varèse, ainsi que l'avait dit M. Catullo (2), doit être placé dans le groupe néocomien. Ce calcaire n'est pas d'ailleurs le même que celui du lac de Côme, de la Spezzia, de Campiglia, etc., où se trouve l'*Ammonites Bucklandi*, etc. Mais M. de Collegno (3), en insistant sur la classification précédente, fait remarquer qu'à Induno, au nord de Varèse, une faille a porté le calcaire rouge à Ammonites à la hauteur d'une marne rouge à Fucoïdes, et il présume que cette circonstance a pu faire croire que le calcaire rouge de Varèse n'était pas celui de Côme.

De son côté, M. Curioni (4), réunissant le calcaire à Ammonites et le *biancone* de la Lombardie au calcaire rouge ammonitifère et au *biancone* des provinces vénitiennes, trouve que les Ammonites de ce calcaire sont, les unes communes aux deux pays, les autres propres aux provinces vénitiennes, et qu'elles ressemblent davantage

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 192, *nota*, 1845.
(2) *Ib.*, vol. I. p. 525, 1843.
(3) *Ib.*, vol. II, p. 365, 1845.
(4) *Atti della sesta riun. degli scienz. ital. tenuta in Milano*, sept. 1844, in-4, p. 542.

aux espèces jurassiques qu'à celles du lias. Cependant, dans la Lombardie, ces coquilles sont dans des marnes rouges placées à quelques mètres au-dessus des calcaires jurassiques proprement dits, souvent discordantes avec ces derniers, dont elles seraient séparées par des grès et des marnes, comme dans la Vénétie. Quant aux calcaires rouges ammonitifères d'Erba, de Besano, etc., les treize espèces d'Ammonites et les quatre Térébratules qui y ont été recueillies ont été reconnues par L. de Buch (1) pour appartenir à la formation jurassique.

Nous avons dit (*antè*, vol. III, p. 124) que dans la coupe de la Brianza, près Paderno, faite par les géologues réunis au congrès de Milan, la craie ne commençait qu'au calcaire rouge placé sous la brecciole nummulitique, et il en est de même de la coupe de la montagne située au-dessus d'Induno où, sous les marnes calcaires plus ou moins dures, micacées, rouges, tachées de verdâtre, avec quelques Fucoïdes, viennent un calcaire rouge, plus compacte, avec des rognons de silex, et un calcaire gris compacte, avec des silex et des traces d'Ammonites, lequel passe à des calcaires dolomitiques dans le voisinage des roches ignées (2).

Parmi les géologues qui se sont occupés de la formation crétacée du nord de l'Italie, M. A. de Zigno est celui qui a le plus contribué à éclaircir toutes les questions douteuses qui s'y rattachaient, et bien qu'il ait plus spécialement étudié ces dépôts dans les provinces vénitiennes, l'application qu'il a faite de ses études au Milanais a jeté une vive lumière sur la cause des contradictions où nous venons de voir qu'étaient tombés ses prédécesseurs. L'existence dans cette partie des Alpes, dit le savant que nous venons de citer (3), de deux calcaires rouges, souvent minéralogiquement identiques, mais dont l'un est inférieur, et l'autre supérieur au *biancone*, puis les fausses apparences produites par les dislocations et les renversements, lors du redressement de la chaîne, expliquent assez les opinions diverses émises sur leur classement.

---

(1) *Atti della sesta riun. degli scienz. ital. tenuta in Milano*, sept. 1844, in-4, p. 545.

(2) *Ibid.*, p. 574.

(3) *Sull terreno cretaceo dell'Italia settentrionale*. Padoue, 1846. — *Atti della ottava riun.*, etc., à Gênes, en 1846, in-4, p. 544, Gênes, 1847. — *Memoria sopra due fossili della calc. bianca dei monti padovani* (*Giorn. dell'Istitut. lomb. venet.*, vol. XII).

Dans le véritable *biancone* ou *marmo majolica*, reconnu supérieur au calcaire rouge ammonitifère qui, comme on vient de le dire, fut au congrès de Milan placé dans la formation jurassique, M. de Zigno n'a pas trouvé une seule espèce fossile qui appartînt à cette dernière période; il y a observé, au contraire, celles qui dans tout le sud de la France caractérisent le groupe néocomien. Ce sont : *Crioceras Da Rio*, Zig., *C. Emerici*, d'Orb., *C. Duvalii*, id., *C. Cornuelianus*, id., *Belemnites dilatatus*, Blainv., *B. latus*, id., *Ammonites Asticrianus*, d'Orb., *A. macilentus*, id., *A. Juilleti*, id., *A. quadrisulcatus*, id., *A. bidichotomus*, Leym., *A. Guettardi*, d'Orb., *A. inæqualicostatus*, id., *A. Grasianus*, id., *A. Morelianus*, id., *A. subfimbriatus*, id., *A. recticostatus*, id., *A. Matheroni*, id., *A. Terveri*, id., *Ancyloceras dilatatus*, id., *Terebratula triangulus*, Lam., *Aptychus radians*, Coq., *A. Didayi*, id. Les fossiles du calcaire rouge ammonitifère jurassique sont : *Ammonites annulatus*, Rein., *A. communis*, Sow., *A. Holandrei*, d'Orb., *A. Requienianus*, d'Orb., *A. fimbriatus*, Sow.

En résumé, dit l'auteur, la *scaglia marneuse rouge* n'a aucun rapport avec le calcaire rouge ammonitifère placé sous le *biancone*. Entre cette *scaglia rouge* et le *biancone* il y a une *scaglia grise* à Fucoïdes et le *calcaire nummulitique crétacé* reposant sur le *marmo majolica*. On verra plus loin ce qu'est ce calcaire nummulitique. Enfin, le *biancone* constitue la partie inférieure de la formation, dans la Lombardie comme dans les provinces vénitiennes, et correspond au groupe néocomien de la Provence et du Dauphiné.

§ 3. Provinces vénitiennes.

Dans le Véronais, le Vicentin, le Padouan, la province de Bassano, le Bellunais et le Frioul, les dépôts qui nous occupent ont encore donné lieu à plus de controverse que dans le Milanais, mais la discussion a suivi à peu près les mêmes phases pour se terminer aussi en même temps et de la même manière.

Recherches de M. Pasini, etc.

Suivant M. Pasini (1), les roches secondaires des Alpes vénitiennes auraient été déposées, à leur niveau actuel, sur une protubérance de micaschiste qu'avaient soulevée les dolérites. Ces montagnes se-

(1) *Ricerche geologiche sull'epoca*, etc. Recherches géologiques sur l'époque à laquelle doit se rapporter le soulèvement des Alpes vénitiennes, in-4, Padoue, 1831.

condaires, et particulièrement les roches jurassiques, furent sillonnées par quelques vallées et dégradées, çà et là, avec les premiers dépôts crétacés qui, dans le Vicentin, sont inclinés sur les pentes des calcaires jurassiques demeurés horizontaux (Mont Sumano). La *scaglia* se serait aussi déposée comme un manteau dans le fond des vallées, sur leurs flancs et sur les plateaux horizontaux ou inclinés, en se modelant sur le relief du sol sous-jacent, et en atteignant toutes les hauteurs auxquelles s'élève le calcaire du Jura lui-même. Quant à ces vallées, l'auteur ne les attribue pas à l'effet d'un soulèvement, parce que la masse entière du terrain secondaire n'est pas coupée par des fentes qui atteignent jusqu'au micaschiste et que beaucoup de ces vallées ne descendent pas au-dessous du calcaire jurassique; aussi les attribue-t-il à des érosions dont on observe encore les effets sur leurs flancs. De plus le terrain tertiaire, loin de recouvrir toujours la *scaglia*, à stratification discordante, occupe souvent des bassins excavés dans cette roche, à un niveau assez bas et en strates horizontaux (Roveredo, Arco, Valsugana). On en observe aussi dans les dépressions et sur les tranches du calcaire jurassique, de sorte que les vallées et les montagnes avaient acquis leurs formes actuelles avant ces mêmes dépôts tertiaires.

Cette manière de voir se trouvait opposée à celle qu'avait émise sir R. Murchison (1) pour les environs de Bassano. Ce dernier, ayant en effet remarqué que, entre Asolo et Possagno, le terrain tertiaire, la scaglia et le calcaire jurassique ou la dolomie, plongeaient tous d'environ 35 degrés vers la plaine, et, qu'à Campèse, sur la rive droite de la Brenta, ces mêmes terrains, toujours parallèles, étaient redressés jusqu'à la verticale, en avait conclu que tous aussi avaient participé, en même temps, à une des grandes révolutions qui ont soulevé les Alpes voisines du Tyrol. Par conséquent, les Alpes vénitiennes avaient dû être également portées avec tous leurs dépôts à leur hauteur actuelle par un mouvement plus récent que les sédiments tertiaires. Aussi M. Pasini s'est-il attaché à faire voir que l'inclinaison du calcaire jurassique, et à plus forte raison sa verticalité, n'existent pas; que la scaglia n'est qu'accidentellement dérangée et que les couches tertiaires ne font que participer à ces irrégularités. L'absence de roches basaltiques à Possagno et à Campèse, invoquée aussi par M. Murchison à l'appui de son opinion, ne

(1) *Philos. magaz.*, juin 1829. — *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, pl. 26, fig. 1, 1832.

serait pas réelle, tandis que celles de ces roches qu'a observées M. Pasini rendraient compte des dislocations locales et des redressements accidentels qu'il a mentionnés. On a déjà vu (*antè*, vol. III, p. 118) que le célèbre géologue anglais, parcourant de nouveau, vingt ans après, le même pays, n'y trouva que de nouveaux motifs pour s'affermir dans ses premières vues, contrairement à celles de M. Pasini.

Sur la carte qui accompagne le Mémoire sur la structure des Alpes orientales (1), MM. Murchison et Lyell ont tracé une bande continue et flexueuse, depuis le lac de Garde jusqu'à l'est d'Udine, et qui représente toutes les couches, depuis la scaglia ou craie rouge du Tyrol méridional jusqu'à la base de la série sableuse du *grès vert*, à la partie inférieure duquel les auteurs plaçaient alors le grès de Vienne, opinion que les recherches plus récentes de l'un d'eux lui ont fait complétement abandonner pour reporter ce grès dans le groupe nummulitique.

Caractères de la scaglia.

Dans le Vicentin, dit ailleurs M. L. Pasini (2), il y a quelques dépôts arénacés et calcaires remplis de fragments de coquilles et représentant le *grès vert*, mais ils sont limités à un petit nombre de points, tandis que la roche qui recouvre le plus ordinairement, sans intermédiaire, le calcaire jurassique des provinces vénitiennes, est la *scaglia*, tantôt pareille à celle du Vicentin, tantôt différente. Dans cette dernière province, la roche est très variable et constitue un calcaire tendre, friable, semblable à la craie blanche des environs de Paris (Marcelise, Camporovère), ou un calcaire rougeâtre, argileux, à cassure conchoïde (*scaglia propriè dita*) (Magré, Saint-Orso, Roveredo), ou bien encore un calcaire plus argileux, presque arénacé (Possagno, Feltrino, Molenitto). Tantôt c'est un calcaire noir, schisteux par places et renfermant quelques Fucoïdes (vallée du Crochi, val Cagnese près Valdagno, vallée delle Frate à Saint-Orso), tantôt un calcaire compacte blanc, à cassure unie ou conchoïde, semblable au *marmo majolica* de la Lombardie (pentes du mont Sumano, environs de Valdagno). Quelquefois d'une teinte cendrée ou jaunâtre, elle ressemble à l'*alberèse* de la Toscane

(1) *A sketch of the structure of the eastern Alps*, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, p. 301, pl. 35, 1842). Cette partie de la carte a été coloriée à la suite d'un voyage particulier de MM. Murchison et Lyell.

(2) *Ann. degli sc. del regno lomb. ven.*, fasc. 5, sept., oct. 1831.

(Magré), et, indépendamment de beaucoup d'autres variétés moins importantes, on peut signaler encore celle qui, d'une couleur verdâtre, tachée de jaune et de rouge et assez argileuse, est une sorte de mélange de tuf basaltique et de calcaire écailleux ou *scaglia*. Ces diverses variétés se succèdent d'ailleurs et alternent sans aucun ordre. Les silex pyromaques de diverses couleurs s'y présentent souvent en rognons ou en lits, et le fer sulfuré y est fréquent, surtout dans la variété noire.

Ces modifications locales de la scaglia s'étendent à l'est jusque dans le Frioul et au nord-ouest dans le Tyrol, le Véronais et le Bresciano. Partout les couches affectent les mêmes contournements et les mêmes irrégularités, et leur position, par rapport aux calcaires jurassiques, est constante.

Cartes géologiques générales.

Sur la carte géologique de l'Europe centrale, par M. de Dechen (1), les couches crétacées du Milanais ont été comprises dans les dépôts jurassiques, à peu près comme sur celles des bords des lacs Majeur, de Lugano, de Corno et de Lecco, par L. de Buch (2), et il en est de même sur la carte géognostique de la monarchie autrichienne (3). Plus à l'est, la Carte de l'Europe centrale indique, entre Vérone et Vicence, un massif de craie qui s'étend un peu au nord, vers Schio, traversé par de nombreuses éruptions basaltiques, et qui comprend en réalité beaucoup plus de dépôts nummulitiques que de roches secondaires. Bassano se trouve aussi placé sur une petite bande crétacée qui se prolonge un peu au sud-ouest de la ville.

M. de Collegno (4), considérant que les couches qui contiennent des fossiles de genres et même d'espèces tertiaires sont liées de la manière la plus intime avec celles qui renferment des Hippurites et des Sphérulites, et envisageant le tout comme une seule et même formation, celle de la craie, a colorié comme telle une large zone dirigée N.-N.-E., S.-S.-O., entre l'Adige et la rive orientale du lac de Garde, et qui remonte ensuite au N.-E. par Vérone jusqu'au lac de Santa-Croce. Cette zone forme une grande expansion au sud de Vicence et de Padoue, pour comprendre les Monts-Euganéens.

---

(1) Une feuille, Berlin, 1839.

(2) *Ann. des sc. nat.*, fév. 1827 et nov. 1829. — De la Bèche, *Coupes et Vues*, etc., pl. 30-32.

(3) Sept feuilles, 1845. — Réduction par J. Scheda, 1847.

(4) Une feuille, 2e éd., 1844 (*Remarques générales de la légende*).

Enfin un lambeau, qui en serait complétement isolé, se voit, entre Feltre et Bellune, entouré de roches jurassiques.

La carte géognostique des États autrichiens dont nous venons de parler offre une distribution entièrement différente de celle des précédentes et qu'il est assez difficile d'apprécier sans avoir cette carte sous les yeux. Au lieu d'une bande continue, formant les deux côtés d'un angle ouvert au N.-E. et dont le sommet serait à Peschiera, à l'extrémité sud du lac de Garde, on remarque cinq lambeaux isolés de craie, entourés, sur plusieurs de leurs côtés, par les couches jurassiques, et limités sur les autres par le terrain tertiaire dans lequel ont été compris cette fois, du moins en grande partie, les dépôts nummulitiques.

Observations de M. Catullo.

M. T. A. Catullo, qui s'occupe depuis longtemps, avec une rare persévérance, de toutes les parties de la géologie des provinces vénitiennes et de la haute Italie, mais plus particulièrement des corps organisés fossiles de ce pays, a donné un grand nombre d'ouvrages et de mémoires dont nous avons déjà cité plusieurs. Nous mentionnerons brièvement ici ceux qui, publiés de 1834 à 1844, se rapportent au sujet que nous traitons. Dans son Mémoire géognostico-zoologique sur quelques unes des coquilles fossiles du calcaire jurassique (1), l'auteur s'est surtout occupé des Sphérulites et des Hippurites, dont il a décrit plusieurs espèces nouvelles, et, dans une autre publication (2), il a distingué de la *T. diphya* des espèces voisines sous les noms de *T. antinomia* et *mutica*. Au congrès de Padoue, M. Catullo (3) a présenté une série d'Ammonites du calcaire rouge des Sette Comuni, qu'il regarde comme la partie la plus ancienne de la craie et par conséquent inférieure à la scaglia. Cette opinion avait été adoptée par M. Pasini dès 1832, puis au congrès de 1839. Mais ce dernier géologue, en parlant ensuite des prétendues anomalies paléontologiques de la formation crétacée de la haute Italie, et surtout du Milanais, où le calcaire à Ammonites, identique quant à sa position avec celui du Vicentin, renfermerait des fossiles du lias, a commis l'erreur dans laquelle sont tombés la plupart de se contemporains.

(1) *Memoria geognostico-zoologica*, etc., 2 pl., Padoue, 1834.

(2) *Osservazioni geognostico-zoologiche*, etc. Observations géognostico-zoologiques sur deux écrits publiés dans le tome III des *Mém. de la Soc. géol. de France*, in-8, 2 pl., Padoue, 1840.

(3) Réunion des savants italiens à Padoue, séance du 23 sept. 1842.

On doit en outre à M. Catullo une Note sur les échinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire des provinces vénitiennes (1), un Catalogue des espèces fossiles recueillies dans les Alpes du même pays (2), ouvrage important à consulter, puis une Lettre à M. Ant. Villa, où l'auteur (3) pense que la distribution des rudistes dans les dépôts crétacés du nord de l'Italie n'est pas conforme à celle que M. Alc. d'Orbigny a reconnue en France et qu'il avait cru exister aussi sur le revers méridional des Alpes. Suivant M. Catullo, les roches à Hippurites seraient à la partie inférieure de la formation, et, dans les alpes vénitiennes, les rudistes appartiendraient surtout à une assise représentant le groupe néocomien. A l'est de Bellune, ce même groupe, avec ses fossiles caractéristiques, reposerait sur les couches jurassiques, et au-dessus viendraient, le calcaire rouge sableux avec Ammonites, puis la scaglia. Nous verrons plus loin ce qu'il peut y avoir d'exact dans cette classification, mais dès à présent nous devons rejeter la conséquence qu'en déduit le savant auteur (4) de la *Zoologie fossile*, savoir : que, lors des derniers dépôts crétacés de la France, ceux des Alpes vénitiennes commençaient à peine à se former, car en France les rudistes ne sont pas moins répandus dans le groupe néocomien que dans celui de la craie tuffeau, et en Italie ce dernier et même celui de la craie blanche sont aussi bien représentés que le groupe inférieur ou néocomien lui-même. La série est complète de chaque côté, et les groupes se succèdent dans le même ordre.

M. Catullo (5), qui avait d'abord regardé comme un produit igné une roche noire, luisante, subordonnée aux schistes bitumineux de la vallée dell' Ardo, au pied du mont Serva (Bellunais), tandis que MM. Pasini, Studer, de Charpentier, etc., la rapportaient à la craie à silex, a fini par la considérer lui-même comme une roche sédimentaire modifiée. Il a reconnu ensuite (6)

---

(1) *Nota intorno gli echinidi fossili*, etc. (*Nuov. an. delle sc. nat di Bologna*, vol. VI).

(2) *Catalogo delle specie organiche fossili*, etc., in-8, Padoue, 1842.

(3) *Lettera al sig. Ant. Villa*, Padoue, 1843.

(4) *Sulle caverne delle provincie venete*, p. 16, Venise, 1844.

(5) *Atti della terza riun. degli sc. italiani*, p. 155, in-4, Florence, 1841.

(6) *Ibid*, p 547. — Voyez aussi : *Sopra alcune questioni riguardente il terreno cretaceo delle Alpi venete, lettera del prof. L. Pilla al prof. Catullo, e risposta di questo* (*Cimento, genn. e febr.*, 1845, in-8, Pise, 1845).

que la scaglia des provinces vénitiennes, qu'il plaçait dans la formation jurassique, était réellement crétacée par ses fossiles, mais il suppose à tort le calcaire rouge ammonitifère placé entre la craie supérieure et le calcaire à rudistes.

M. Pasini (1) a décrit les calcaires à Hippurites de Fadalta, près du lac de Santa-Croce et la montagne du Pinè, à l'est. La base de celle-ci est un calcaire gris, en bancs puissants, un peu inclinés au N.-O., ou vers le lac, et au-dessus duquel vient le calcaire à Hippurites qui vers le haut passe à un calcaire assez semblable au précédent, mais dépourvu de fossiles. La scaglia, ou calcaire rouge, manquerait en cet endroit. Les calcaires, que longe le sentier de la Scalette conduisant à Farra et dans lesquels le niveau des rudistes ne paraît pas pouvoir être déterminé d'une manière précise, représenteraient peut-être les couches fossilifères du grès vert et celles avec des polypiers qui recouvrent immédiatement le calcaire jurassique à Cesuna et à Campovere, dans les Sette Comuni. La scaglia rouge et verte existe certainement plus haut, à l'est du Pinè, vers Consiglio.

Mémoires de M. de Zigno.

M. de Zigno (2) a signalé les *Crioceras Emerici*, d'Orb., et *Da Rii*, Zig., dans un calcaire fissile et écailleux (*scaglia*), des Monts-Euganéens, recouvert par le calcaire à Nummulites et par des marnes grises. Ce calcaire devient plus compacte vers le bas, en couches plus épaisses, rappelant le *biancone* des Alpes et se colorant en rouge à la partie la plus inférieure. Ces assises renferment des silex en rognons et des Sphérulites, des Huîtres, des Inocérames (*I. Cuvieri*, Sow. et *annulatus*, Gold.), des Donaces, des Nucléolites, des Ananchytes (*A. ovata*, Lam.), des Spatangues (*S. cor-anguinum*, Lam., *S. bufo*, Al. Brong.), c'est-à-dire des fossiles de la craie blanche et de la craie tuffeau, comme le remarque très bien l'auteur, et qui font plus que balancer la présence des *Crioceras*, annonçant au contraire le groupe néocomien. Peut-être l'association de ces derniers n'est elle aussi qu'apparente?

Dans un mémoire que nous avons déjà cité (3), on a vu que le

---

(1) Réunion des savants italiens à Padoue, en 1842. — Séance du 28 septembre.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 357, 377 et 573, 1845. — *Sopra due fossili rinvenuti nella calcarea dei monti padovani* (*Giorn. dell'Istituto lomb. d. sc., letter. ed arti.*, vol. XII, 1845, 1 pl.).

(3) *Osservazioni sul terreno cretaceo dell'Italia settentrionale*, Padoue, 1846, 1 pl. — *Atti dell'I. R. Accad. di scienz. letter. ed*

même géologue avait appliqué au Milanais le résultat d'observations faites par lui dans les provinces vénitiennes; nous allons nous occuper actuellement de celles-ci, qui sont le point de départ de la classification que l'auteur a perfectionnée plus tard.

Au delà des collines de Cornuda et d'Onigo, dit M. A. de Zigno, on trouve, vers le pied sud de la Monfenera, à Pederoba, des calcaires marneux, plus ou moins argileux, arénacés, un peu schisteux, quelquefois compactes, constamment caractérisés par une teinte rouge foncée qui les fait reconnaître de loin. Ils constituent presque toujours la base des hautes montagnes et s'étendent souvent entre leurs dépressions jusqu'au centre des Alpes. Bien qu'ils ressemblent par places au calcaire rouge jurassique, désigné sous le nom de *calcaire ammonitique* ou *ammonitifère*, vus en grand ils s'en distinguent par une structure schistoïde, et par une cassure esquilleuse qui, jointe à l'extrême rareté des fossiles, empêche de les confondre avec les roches plus anciennes que l'on a séparées de la formation crétacée. Ces calcaires, souvent fort épais, caractérisés par des espèces particulières de Fucoïdes et de polypiers, marquent, dans presque toutes les Alpes de la Vénétie, la partie supérieure des derniers dépôts secondaires ou de la craie.

Lorsqu'on remonte le cours de la Piave on voit cette scaglia rouge passer graduellement à un autre système de couches, composé de roches minéralogiquement semblables, mais dont la couleur, la compacité et la structure sont différentes. Elles sont grises, à cassure presque conchoïde et alternent avec des strates minces de marnes argileuses verdâtres et de calcaires bruns avec des amas stratiformes de silex noir. Les Fucoïdes abondent partout, et, vers le bas, les roches passent à un sable gris, d'aspect tertiaire. On y trouve subordonnés des bancs de calcaire assez dur, remplis de parties spathiques, puis vient au-dessous le calcaire blanc, compacte, à cassure conchoïde, nommé *biancone* ou *marmo majolica*.

Toutes ces assises parfaitement concordantes inclinent au S., mais vers Alano le plongement est inverse, par suite d'un bombement. Sur ce versant, le biancone est recouvert d'un calcaire blanc sale, composé de coquilles spathifiées et de fragments de roches, réunis par un ciment spathique. Ces fossiles sont indéterminables, et l'auteur, qui les avait pris d'abord pour des Nummulites, a reconnu

---

arti di Padova, 1846. — *Atti della ottava riun. degli sc. italiani*, 1846, p. 514, Gênes, 1847.

depuis que ce n'était que des morceaux de coquilles arrondis par le frottement (1). Cette roche représenterait celle qui occupe la même position près Monte Torrigi (district de Valdagno), celle qui accompagne le biancone de Chiampo et probablement les couches avec rudistes que nous avons vues signalées par M. Catullo et par M. Pasini. Au delà vient la scaglia rouge, et toute la série, concordante comme au sud, appartient à la craie.

Cette série s'observe suivant une ligne plus ou moins parallèle au profil de la Monfenera, tant sur les bords du torrent de Possagno et de Crespono qu'au nord de Bassano. Elle s'accorde d'ailleurs avec les observations de plusieurs géologues sur le Bellunais et le Vicentin, comme avec d'autres plus récentes sur les Alpes lombardes. Elle offre ainsi, sur une étendue assez considérable, des données suffisantes pour permettre d'établir la position normale de ces dépôts et de la distinguer des irrégularités locales qui en avaient jusqu'alors entravé l'étude. C'est au-dessous que se montre le calcaire à Ammonites auquel on avait réuni à tort le biancone pour placer le tout dans la formation jurassique. Ce même biancone, ou *marmo majolica*, est, comme on l'a vu par ses fossiles, le véritable représentant italien du groupe néocomien de la France ou du versant opposé des Alpes.

Opinions opposées de M. Catullo et de M. de Zigno.

M. T. A. Catullo (2) a cherché à établir au contraire que le calcaire à Ammonites et le biancone sont liés minéralogiquement et géologiquement, que les fossiles de l'un et de l'autre sont mélangés, que la plus grande partie d'entre eux appartient à la formation crétacée et que ces deux grandes assises doivent être réunies pour être placées ensemble à la base de cette formation.

De son côté, M. de Zigno (3), revenant sur les arguments précédents, insiste sur la distinction à la fois stratigraphique, minéralogique et paléontologique de ce même calcaire, en s'étayant d'une

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 25, 1849.

(2) *Cenni sopra il sistema cretaceo delle Alpi venete e descrizione di alcune specie di cefalopodi trovati nella calcarea rossa ammonitica e nel biancone, referibili allo stesso sistema* (*Giorn. Zantedeschi, letti all'I. R. Istituto nel giugno*, 1846).

(3) *Intorno ai Cenni del prof. T. A. Catullo sopra il sist. cret. delle Alpi venete*, Padoue, 1846. — *Nota intorno alla non promiscuita dei fossili fra il biancone e la calcarea ammonitica delle Alpi venete* (*Istituto I. R. di scienz., lett. ed arti.* — Venise, 1846). Ces deux titres appartiennent à l[illegible] fut publiée en même temps à Venise et à Padoue.

lettre de M. Curioni, dans laquelle ce dernier admet que, sur plusieurs points comme à Suello, en Lombardie, le biancone affecte une stratification différente de celle du calcaire rouge à Ammonites. Néanmoins il reconnaît qu'il y a presque partout concordance et que les bancs inférieurs du biancone alternent avec les supérieurs du calcaire rouge à Ammonites.

Après avoir discuté la valeur des arguments tirés des fossiles cités par M. Catullo, M. de Zigno en déduit que les Ammonites d'espèces nouvelles, signalées dans l'un et l'autre calcaire, ne prouvent ni pour ni contre; que celles marquées par M. Catullo d'un point de doute? doivent être par cela même étudiées de nouveau, qu'à celles-ci appartiennent précisément les espèces qui, citées comme crétacées et recueillies dans le calcaire rouge, ont été désignées sous les noms d'*Ammonites Beudanti*, *Helius*, *fascicularis* et *bicurvatus*; enfin que les échantillons mentionnés comme étant communs aux deux assises et qui se trouvent dans le musée de l'Université impériale et royale ne suffisent pas pour démontrer la réalité de l'opinion de M. Catullo. Or, après ces éliminations faites à divers titres, il reste 8 espèces bien déterminées, dont 4, signalées comme propres au biancone, sont en même temps caractéristiques du groupe néocomien, et 4 qui proviennent du calcaire rouge sous-jacent. Parmi ces dernières, 2 seraient propres au lias et 2 aux calcaires jurassiques, mais aucune d'elles n'a été retrouvée dans le biancone, et réciproquement aucune des 4 de ce dernier ne s'est présentée dans le calcaire rouge, d'où M. de Zigno conclut l'exactitude de la séparation qu'il a tracée entre les deux dépôts.

Peu convaincu par les arguments de son adversaire, M. Catullo (1), après avoir fait remarquer qu'il avait, dès 1827, proposé lui-même, dans sa *Zoologie fossile*, la séparation que M. de Zigno adopte aujourd'hui sans le citer, croit reconnaître qu'il y a, dans le calcaire rouge ammonitifère, prédominance des espèces crétacées sur celles réputées jurassiques. De plus, ces dernières n'auraient pas encore été trouvées dans les couches du Vicentin qui représentent le véritable calcaire jurassique des Alpes, comprenant à la fois le lias, les oolithes et les dolomies, très fossilifères sur quelques points; aussi propose-t-il de nommer *supra-jurassique* l'ensemble de ces

(1) *Osservazioni sopra uno scritto del nob. A. de Zigno intorno alla promiscuità dei fossili tra il biancone e la calcaria ammonitica delle Alpi venete*, Padoue, 1847.

deux systèmes de couches, le *biancone* et le *calcaire à Ammonites*. A l'indépendance invoquée pour les séparer, il oppose la réunion motivée par des alternances et des passages à leur jonction, surtout dans les Sette Comuni, dans le mont Avena près de Fonzaso, à Santa-Marina di Paninsacco en Valdagno, à Recoaro et sur d'autres points de la Vénétie, que M. de Zigno n'aurait pas encore étudiés. M. Catullo se fonde aussi sur l'opinion que nous avons vue émise en 1832 par M. Pasini, qui, plaçant le calcaire à Ammonites à la base de la formation crétacée, signalait la même alternance; enfin, il ne trouve pas que celle qu'a exprimée M. Curioni soit aussi favorable à M. de Zigno que ce dernier paraît le croire.

En revenant encore peu après sur ce sujet, M. de Zigno (1) résume, comme il suit, la série des terrains dans les Alpes du Tyrol et du Vicentin :

1. Sables et poudingues sub-apennins du Trévisan et de quelques points du Vicentin.
2. Formation tertiaire moyenne avec lignite.
3. Dépôts du Vicentin, du Trévisan et du Padouan, recouvrant la scaglia, renfermant les fossiles de Biaritz (Basses-Pyrénées) et représentant le groupe nummulitique ou la formation tertiaire inférieure.
4. Scaglia rouge ou blanchâtre avec Fucoïdes et représentant la craie blanche.
5. Couches à Hippurites et à Actéonelles du Bellunais.
6. Argile d'Oxford ou roches de Kelloway (calcaire rouge à Ammonites).
7. Lias et calcaires oolithiques magnésiens.
8. Trias.
9. Système de couches arénacées recouvrant les micaschistes.

Observations diverses.

M. de Hauer (2) a aussi adopté cette classification, et M. Statter (3), en traitant de la géologie du Tyrol, a signalé à Brandenberg un calcaire avec des Hippurites placé sur le calcaire magnésien. Ce calcaire serait l'équivalent du calcaire à échinites de Kalisberg près Trente, de celui de Valsugano près Borg, etc., qui occupent la même position, relativement au calcaire à *Terebratula diphya* d'une part, et aux calcaires à Nummulites de l'autre.

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1100, 1847.
(2) *Berichte ueber die Mittheil. von Freund. d. Naturwiss. in Wien*, vol. III, p. 313, 1847.
(3) *Ib.*, vol. V, p. 148, 1849.

M. Abr. Massalongo (1) s'est occupé d'abord des couches nummulitiques souvent décrites, des gisements de poissons, des alternances de brèches et de produits ignés du mont Bolca, du mont Viale et de leurs environs, puis il a signalé au-dessous, dans un ordre descendant :

1° Calcaire compacte avec des Alcyons, des polypiers, des Pentacrines et des Térébratules, reposant sur des calcaires marneux ou argileux, qui alternent avec des veines ou des rognons de silex de diverses couleurs. Les fossiles les plus abondants sont des Inocérames, l'*Ananchytes pustulosa*, Lam., le *Spatangus cor-anguinum*, id., le *Nucleolites obesus*, Cat., des Huîtres, des Térébratules, etc.

2° Calcaire sableux, rouge ou jaunâtre, en bancs plus épais, mais sans fossiles.

3° Calcaire rosâtre ou blanchâtre, bréchoïde (*scaglia*), et un second calcaire, également à cassure esquilleuse, souvent rose ou gris.

4° Calcaire blanc, homogène, à cassure conchoïde, souvent cristallin (biancone), avec *Favosites Massalongi*, Cat., *Spatangus bufo*, Brong., *Isocardia*, *Inoceramus concentricus*, Sow., *Lima*, *Trigonia*, *Exogyra*, *Terebratula triangulus*, Sow., *T. Brocchii*, Cat., *T. antinomia*, id., *Aptychus radians*, Coq., *Crioceras Villiersianus*, d'Orb., *Ancyloceras dilatatus*, id., *Ammonites Grasianus*, id., *A. semistriatus*, id., *A. quadrisulcatus*, id. *A. difficilis*, id., *A. recticostatus*, id., *A. neocomiensis*, id. L'association dans la même couche du *Spatangus bufo* et de l'*Inoceramus concentricus* avec les autres espèces que nous venons de citer peut paraître au moins douteuse.

Ces calcaires du biancone forment à Tregnano la masse principale de la montagne et la partie la plus basse que l'on puisse observer; mais si l'on s'avance vers Bodia, Calavena et Selva di Progno, on voit sortir de dessous le biancone le calcaire rouge à Ammonites, bien développé dans le pays de Velo. Ce calcaire rouge-brique, en bancs d'épaisseur variable, est caractérisé par les *Ammonites viator*, d'Orb., *tatricus*, Pusch, *Hommairei* d'Orb., *Chauvinianus*, id., *Athleta*, Phill., des *Aptychus*, le *Galerites hemisphericus*, Lam., des Nucléolites, et, ajoute l'auteur, des Ananchytes, association qui nous semble bien peu probable. Au calcaire rouge succèdent toutes les autres assises qui constituent la formation jurassique de ce pays.

---

(1) *Schizzo geognostico sulle valle del Progno o torrente d'Illasi*, in-8, Verone, 1850.

Nous avons déjà rappelé (*antè*, vol. III, p. 117) les vues générales émises par sir R. Murchison sur la disposition stratigraphique des dépôts secondaires de ce versant des Alpes; nous ne pouvons donc qu'y renvoyer le lecteur, nous bornant à reproduire le paragraphe suivant pour mieux relier entre eux les faits que nous venons d'exposer. « Les coupes faites de la plaine de Venise aux Sette » Comuni et au-dessus de Possagno, dont l'une passant par Bassano, » Campese et Gallio, et l'autre par Asolo, Castel-Cucco et la vallée » d'Urgana, montrent une série ascendante et complète, depuis les » roches crétacées jusqu'aux dépôts sub-apennins. La formation » crétacée y est évidemment concordante avec les véritables sédi- » ments tertiaires inférieurs qui la recouvrent, et, comme l'auteur » l'avait jugé vingt ans auparavant, les roches tertiaires inférieures » et supérieures de ce pays ont une direction parallèle à celle des » roches secondaires, et elles ont été soulevées et placées sur la » tranche par les forces qui ont aussi affecté les Alpes contiguës. »

On voit combien la classification des dépôts secondaires du versant méridional des Alpes tendait à se rapprocher de plus en plus de celle des pays situés à l'ouest et au nord, et cette ressemblance deviendra d'autant plus frappante que son étude sera plus complète. M. de Zigno (1), continuant à marcher dans la voie qu'il s'était heureusement tracée, a donné une liste des fossiles néocomiens des provinces vénitiennes où il signale le *Belemnites latus*, Blainv., à Monfenera (Trévisan), le *Belemnites dilatatus*, id., dans la même localité et les Monts-Euganéens avec l'*Ammonites incertus*, d'Orb., l'*Ammonites neocomiensis*, id., dans les Sette Comuni, ainsi que l'*A. quadrisulcatus*, id., également des Monts-Euganéens, puis les *Ammonites Grasianus*, d'Orb., *Morelianus*, id., *macilentus*, id., aussi à Monfenera, et 8 autres espèces déjà mentionnées par M. Alc. d'Orbigny, enfin 5 *Crioceras*, dont font partie les *C. Duvalii*, Lév., et *Emereci*, id., 2 *Ancyloceras* et 2 *Aptychus*. En tout 25 espèces dont une seule, le *Crioceras Da Rii* des Monts-Euganéens, est particulière à l'Italie. Dans cette dernière localité, les assises jurassiques, qui supportent les calcaires à *Crioceras*, sont caractérisées par les *Ammonites tatricus*, Pusch, *biplex*, Sow., et *annulatus*, Sow. (2). Quant au genre *Cycloconus* (*C. Catulli*), décrit par

(1) *Atti della ottava riun. degli sc. italiani* (à Gênes, 1846), in-4, p. 650, 1847.
(2) *Ibid.*, etc., p. 674, 1847.

M. d'Hombres-Firmas (1), mais qui l'avait été antérieurement dans les *Mémoires de l'Académie de Padoue*, et qui avait été figuré dans l'*Orittologia euganea* de Da Rio, M. de Zigno (2), qui le signale aussi dans les couches à *Crioceras* du Trévisan, du Vicentin et du Padouan, le considère comme pouvant se rapprocher du genre *Ventriculites*.

Le résultat des dernières recherches de ce géologue, qui semble établir définitivement cette classification si longtemps incertaine de la formation crétacée de ce pays, a été reproduit par lui, sous diverses formes, la même année, en Italie (3), en Allemagne (4), en Angleterre (5) et en France (6), mais aujourd'hui les relations scientifiques fréquentes et faciles ne rendent pas ces publications multiples bien nécessaires à la propagation de la vérité, quelque importante qu'elle soit. Nous prendrons d'ailleurs dans chacune d'elles ce qui nous paraît le plus propre à donner une idée exacte de l'état actuel de la question.

Résumé.

Partout l'étage supérieur de la craie, qui succède au groupe nummulitique, est composé d'un calcaire sableux, rouge-brique, ou de strates rougeâtres et blanchâtres, argileux, caractérisés par l'*Ananchytes ovata*, Lam., l'*A. tuberculata*, Defr., l'*Holaster natica*, l'*Inoceramus Cuvieri*, Sow., l'*I. Lamarckii*, Mant. Le calcaire, en bancs d'épaisseur variable, mais ordinairement minces, fragiles et schistoïdes (scaglia) passe vers le bas à des couches grises, tachées de noir par des empreintes de Fucoïdes. On y trouve subordonné un calcaire noir bitumineux, et le tout serait l'équivalent de la craie blanche du nord-ouest de l'Europe.

Immédiatement au-dessous est un calcaire d'épaisseur variable, dur, bréchoïde, composé de cailloux et de fragments de coquilles spathifiées, réunis par un ciment calcaire avec des parties spathiques disséminées. Cette roche est surtout développée dans les environs

(1) *Bull.*, vol. XIV, p. 72, 1843.

(2) *Atti della ottava riun.*, etc., p. 662.

(3) *Nouvelles observations sur les terrains crétacés des Alpes vénitiennes*, in-8, Padoue, 1850. (C'est la reproduction de la note publiée dans le *Bull. de la Soc. géol. de France.*)

(4) *Coup d'œil sur les terrains stratifiés des Alpes vénitiennes* (*Naturwissens. Abhandl.*, etc., *von Haidinger*, vol. IV, p. 1, Vienne, 1850).

(5) *On the stratified formations of the Venitian Alps* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 27, 1850).

(6) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 27, 1849.

de Belluno. MM. Catullo et Pasini l'ont signalée dans les montagnes qui entourent le lac de Santa-Croce et les hauteurs d'Alpago. Le premier de ces géologues la rapportait au groupe néocomien, le second à un niveau encore plus bas. M. de Zigno la met sur l'horizon du *grès vert supérieur* ou de la craie chloritée. Il y cite 1 Nérinée, 10 espèces d'Hippurites, 4 Sphérulites, 2 Baculites nommées par M. Catullo et propres au pays, puis l'*Acteonella lævis*, d'Orb., l'*A. gigantea*, id., l'*Acteon ovum*, id., l'*Hippurites cornu pastoris*, Des Moul., l'*H. organisans*, id., et la *Spherulites ponsiana*, d'Arch. Les trois premières de ces espèces n'occupent pas le même niveau dans la craie de France; les trois dernières au contraire se trouvent ensemble dans l'assise supérieure du troisième étage de la craie tuffeau. Si l'on pouvait regarder leur répartition comme absolue, on aurait ici le représentant des calcaires blancs du Périgord et de l'Angoumois et peut-être des premières couches de craie grise qui les surmontent, mais il n'y aurait aucune trace de la base de ce même étage, si constante ailleurs dans l'ouest et dans le centre de l'Europe, et à plus forte raison du quatrième.

Dans les Sette Comuni un calcaire argileux, blanchâtre, à cassure conchoïde, avec *Hamites alternatus*, Phill. ? *Ammonites Velledæ*, Mich., *A. nodosocostatus*, d'Orb., *A. Roissyanus*, id., pourrait représenter le gault, quoique se liant assez intimement avec le précédent et avec le suivant ou calcaire néocomien.

Dans les premiers bancs du quatrième groupe (biancone) la présence de l'*Hippurites neocomiensis*, d'Orb., annoncerait l'horizon du calcaire à *Caprotina ammonia* ou deuxième étage si développé sur le versant occidental des Alpes, mais non celui des argiles à Plicatules ou d'Apt, comme le dit M. de Zigno. Le calcaire néocomien de Vignola, dans les Monts-Euganéens, a été soulevé par un courant de trachyte qui se prolonge au sud de Monte Merlo; les couches inférieures au contact du trachyte sont fendillées et renferment les *Crioceras Da Rii* et *Emerici*; les plus élevées, compactes et d'un blanc mat, ont présenté l'*Hippurites neocomiensis*. Le biancone des Monts-Euganéens, des collines de Magré, des environs de Schio et des Sette Comuni (Vicentin), du Véronais, du Tyrol méridional, du Trévisan, du Bellunais et du Frioul, offre partout une roche à cassure conchoïde, presque toujours d'un blanc de lait, souvent grisâtre, quelquefois veinée de rouge ou de vert et contenant des silex noirâtres ou blonds, en rognons, et en amas stratifiés. Les fossiles qu'on y a observés sont :

Belemnites latus, Blainv., *B. dilotatus*, id., *B. subfusiformis*, Rasp., *B. bipartitus*, Blainv., *Ammonites consobrinus*, d'Orb., *A. Carteroni*, id., *A. Seranonis*, id., *A. incertus*, id., *A. Astierianus*, id., *A. Grasianus*, id., *A. infundibulum*, id., *A. cryptoceras*, id., *A. neocomiensis*, id., *A. Juilleti*, id., *A. semistriatus*, id., *A. quadrisulcatus*, id., *A. Morelianus*, id., *A. subfimbriatus*, id., *A. recticostatus*, id., *A. inæquali-costatus*, id., *A. picturatus*, id., *A. Thetys*? id., *Ancyloceras pulcherrimus*, id., *A. Puzozianus*, id., *Toxoceras elegans*, id.? *T. Duvalianus*, id.? *Baculites neocomiensis*, id., *Aptychus Didayi*, Coq., *A. radians*, id., *A. Seranonis*, id., *Terebratula triangulus*, Sow., *Pecten alpinus*, d'Orb.

Sans le secours des fossiles il eût été difficile de tracer les limites des divisions précédentes, à cause de la concordance générale des couches, depuis les plus basses, de la formation du trias jusqu'aux plus élevées du terrain tertiaire, ce qui prouverait qu'il y a eu dans cette partie de l'Europe une immense période de repos, car les assises de conglomérats, les brisures et les éruptions de roches ignées sont des faits purement locaux et accidentels, nullement en rapport avec le grand soulèvement final probablement occasionné par les éruptions ignées du Tyrol. Les apparitions circonscrites de mélaphyres, de dolérites, de basaltes, de trachytes, etc., ont soulevé le micaschiste et le trias dans le bassin de Trente, près de Recoaro et ont occasionné le soulèvement des Monts-Euganéens et du grand dépôt tertiaire du Vicentin. Les éruptions basaltiques ont eu lieu vers la fin de l'époque secondaire et vers le commencement de l'époque tertiaire.

La coupe qu'a donnée M. de Zigno de la Cima d'Asta, à Bassano, passant à travers le plateau des Sette Comuni, est d'ailleurs très propre à faire saisir les véritables relations de tous ces systèmes, depuis le terrain quaternaire de la plaine de Bassano, les formations tertiaires supérieure, moyenne et inférieure, les formations crétacée, jurassique et du trias, jusqu'aux porphyres quartzifères du mont Zacon ou de Valsugana, puis aux micaschistes et aux granites syénitiques de la Cima d'Asta (1). Enfin, cette coupe confirme entièrement celle que sir R. Murchison avait publiée vingt ans auparavant, à la suite d'un examen beaucoup plus rapide sans doute, mais

(1) *Naturwissens. Abhandl.* etc., *von Haidinger*, vol. IV, pl. 3, 1850.

toujours empreint de la sagacité qui caractérise les vues de cet éminent géologue.

On voit aussi que les quatre groupes de la formation crétacée sont représentés de ce côté des Alpes par quelques uns des principaux fossiles qui les caractérisent à l'ouest; et si ces groupes s'y montrent avec des caractères pétrographiques un peu différents, avec des épaisseurs très différentes aussi et des sous-divisions ou étages moins variés et moins compliqués, nous y retrouvons cependant la preuve de ce que nous avons dit en commençant, que dans une formation les véritables divisions de premier ordre sont celles dont on peut suivre les caractères sur la plus grande étendue horizontale, tandis que les étages ou divisions de second ordre ne sont reconnaissables que sur des espaces plus ou moins restreints, circonscrits ou bornés par certaines dispositions du sol ou des anciens bassins sous-marins.

§ 4. Istrie et provinces illyriennes.

Un bien petit nombre des géologues qui ont étudié le versant des Alpes vénitiennes dont nous venons de parler ont étendu leurs recherches au versant occidental des Alpes juliennes, dans les provinces illyriennes, l'Istrie, et réciproquement ; aussi la relation des couches crétacées, sur ces deux bords opposés de l'ancien golfe ouvert au S. et qui ne s'étendait pas au N. au delà d'Ospitaletto et des sources de l'Isonzo, est-elle encore très vaguement établie.

Cartes géologiques générales.

Sur la carte des Alpes orientales de MM. Sedgwick et Murchison, les couches jurassiques s'étendent des environs de Trieste jusque près de Cividale en bordant la côte, à l'O., ou plongeant sous le terrain tertiaire. Au nord et au sud de ces deux points elles disparaissent sous les dépôts crétacés. La carte de l'Europe centrale de M. de Dechen montre ces mêmes couches rapportées à la craie (*Kreide*), laquelle occupe en outre, à l'exclusion des roches plus anciennes, toutes les Alpes juliennes et dinariques. Un petit bassin étroit, allongé du S.-E. au N.-O., et qui aboutit à Trieste dans cette dernière direction, est seul rapporté au grès vert (*Grünsand*, *Quadersandstein*, ou glauconie sableuse). L'*Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, publiée par M. de Collegno, et dont le coloriage s'arrête à la route de Leybach à Fiume, montre la teinte jaune consacrée au groupe nummilitique et à la formation crétacée, étendue d'une manière uniforme depuis Ternovo, au nord, sur la route de

Goritz à Villach, jusqu'au promontoire de Pola, au sud. Au nord et à l'est jusqu'à Idria elle est limitée par la teinte bleue consacrée à la formation jurassique, à l'ouest par les terrains tertiaire ou plus récents de la plaine d'Udine, puis par la mer qui entoure la péninsule de l'Istrie. La carte géologique de l'empire d'Autriche diffère de la précédente en ce qu'on y voit la formation jurassique s'avancer vers le milieu de cette péninsule, puis se relever un peu à l'E. pour passer derrière Fiume et longer les deux chaînons de Kapella et les Alpes dinariques, la craie (*Kreide*) ne formant plus ensuite qu'une étroite lisière le long de l'Adriatique, dans la Croatie, la Dalmatie, etc. Or, d'après ce que nous avons dit du développement et des caractères du groupe nummilitique dans ces diverses provinces (*antè*, vol. III, p. 107), on peut présumer que les dépôts crétacés y sont beaucoup plus restreints encore que sur cette dernière carte.

Observations diverses.

Nous avons déjà rappelé que M. A. Boué, dans une esquisse des provinces illyriennes, faite à grands traits, avait mentionné sur beaucoup de points la présence de couches crétacées caractérisées par des Hippurites, mais que l'association fréquente des Nummulites et de ces rudistes, indiquée par le savant géologue de Vienne, ne nous avait pas permis de séparer nettement dans ce pays les roches secondaires des roches tertiaires. Les observateurs venus après lui n'ont pas été, à l'exception des deux derniers, beaucoup plus heureux pour marquer la limite des formations de ce pays.

La ville de Pola, dit M. F. de Rosthorn (1), est entourée de craie renfermant quelques rares Hippurites et des Huîtres plissées. Les édifices romains sont en calcaire crayeux, et les colonnes du temple d'Auguste, que l'on croyait en pierre artificielle, proviennent d'un conglomérat dolomitique que l'on trouve en place, à peu de distance au sud. La roche de Marsana, caractérisée aussi par des rudistes, est percée de cavités et d'une multitude de canaux ou grottes dont l'auteur a parcouru un très grand nombre et dont le fond presque toujours sec est recouvert de terre. Ces excavations ne sont pas d'ailleurs exclusives à ces calcaires ; on en observe également dans les calcaires nummulitiques, les dolomies, les calcaires noirs de Karstero, etc. Aux roches crétacées précédentes succèdent des grès gris, très marneux, un peu sablonneux, que l'auteur compare aux marnes de Gosau, dans les Alpes du Salzbourg. Ces grès,

(1) *Berichte ueber die Mittheil. v. Freund. d. Naturwiss. in Wien*, vol. III, p. 77, 1847.

à partir d'Albona, s'étendent vers le N.-O. jusqu'à Banja et Trieste; ils reposent évidemment sur le calcaire à Hippurites, sur les calcaires dolomitiques et même sur les calcaires à Nummulites; ils seraient par conséquent un représentant du macigno. M. de Rosthorn n'a d'ailleurs point reconnu de calcaire jurassique en Istrie.

Mémoire de M. de Morlot.

Le calcaire à Hippurites de Pola, désigné par M. de Morlot (1) sous le nom de *Karskalk*, est blanc, fragile, d'une sonorité remarquable, en bancs épais et réguliers, et renferme à peine 4 pour 100 de substances étrangères. Dans l'île de Lesina, on y a trouvé des poissons dont les formes appartiennent à la période crétacée. Près d'Opschina, une bande de calcaire à Hippurites (*H. cornu-vaccinum*, Bronn) passe sous des couches à Nummulites, et près de Lippiza, des empreintes de poissons rappellent des types jurassiques, mais les couches paraissent être le prolongement de celles de Lesina. La formation à laquelle appartiennent les calcaires sous-jacents, sans fossiles, resterait à déterminer. Les couches sont généralement horizontales, mais vers l'ouest elles inclinent à l'E. Lorsqu'on se rapproche d'Idria, la roche devient dolomitique, ce qui n'a pas lieu en Istrie, où des calcaires blancs, friables, ont été pris à tort pour des dolomies.

La puissance de ces couches, difficile à apprécier, serait, d'après la profondeur de la grotte de Trebich, d'au moins 330 mètres. Placées évidemment sous le calcaire nummulitique (*antè*, vol. III, p. 109), leurs relations avec le grès, désigné sous le nom local de *tassello*, est moins certaine, à cause des dérangements qu'ils ont éprouvés. Par places, comme près de l'église des Franciscains à Pisino, les calcaires seraient adossés aux grès. A Istrie, le calcaire ancien serait au-dessus du *tassello;* à l'entrée du ravin de Pinguente, vers Montana, le grès affleure vers le bas des pentes de calcaires, comme si ces derniers étaient dessous, et, à Wippach, le calcaire plus ancien et sans fossiles semble reposer sur ce même grès.

Celui-ci, connu aussi sous les noms de *masegno* et de *crustello*, constitue des dalles sablonneuses et marneuses, alternant avec des grès gris bleuâtre, en lits minces, réguliers, fragiles et s'altérant facilement. Derrière la ville de Trieste, on observe des plissements et des contournements nombreux, et la roche ressemble sous tous les rapports au grès de Vienne, que nous avons vu placé au-dessus des

(1) Sur les relations géol. de l'Istrie (*Naturwiss. Abhandl.*, etc., *von Haidinger*, vol. II, p. 272, 1848).

Nummulites, et représentant le flysch des Alpes. Le tasello n'a point offert d'autres fossiles que des Éponges et des Fucoïdes; aussi M. de Morlot, dont nous avons vu les incertitudes par rapport au grès de Vienne, qu'il rangeait définitivement avec le macigno dans les marnes irisées et la partie la plus basse du lias, rapproche-t-il aussi le grès dont nous parlons de la partie supérieure du trias. Il est, d'ailleurs, difficile de déduire quelque chose de précis des détails donnés par l'auteur, soit dans son texte, soit dans ses coupes. Ce grès tassello serait, suivant lui, la roche la plus ancienne du pays. Vers la fin de la période crayeuse, une dislocation du sol brisa le *karskalk* ancien qui le recouvrait, et le fit affleurer à la surface. Pendant l'ère nummulitique, les dépôts se formèrent à la fois sur le *karskalk* et sur le tassello, là où ce dernier avait été mis à découvert, et ensuite une révolution souleva les Alpes calcaires, non jusqu'à leur hauteur actuelle, mais d'une certaine quantité, et traça les lignes de dislocation N.-O., S.-E., qui traversent l'Istrie et la Carinthie. On n'y aperçoit aucune trace de la direction N., S., assignée ailleurs aux dislocations de cette période; mais il y a des accidents alignés du N.-E. au S.-O., ou perpendiculaires aux précédents.

M. de Morlot signale (1) aussi quelques traces d'Hippurites, non loin de Gonobietz, et les calcaires crétacés prendraient une certaine importance au sud de Gnowitz, etc. Si les faits stratigraphiques mentionnés par l'auteur sont exacts, il en résulterait que des soulèvements se seraient produits dans cette partie des Alpes, sans que leurs effets se fussent propagés à l'ouest jusque dans les Alpes vénitiennes.

Observations de M. Kieser et de M. Ewald,

Aux environs de Trieste, M. Kieser (2) reconnaît aussi, dans les districts montagneux de Nanos et de la plus grande partie de Karsters, des calcaires à Hippurites qu'il rapporte à la craie. Ces roches forment des masses puissantes (marbre gris de Trieste), dans les crevasses et les cavités desquelles (Timuvo) se perdent souvent les cours d'eau de la contrée, pour reparaître au delà, le long de la côte et jusque dans la mer. On remarque aussi des vallées circulaires raviuées et des enfoncements d'environ 30 mètres de profondeur,

(1) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. V, p. 175, 1849.
(2) Observations géologiques sur les environs de Trieste, *ibid.*, p. 297. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 35 des Notices, 1851.

où viennent s'engouffrer ces torrents. L'auteur conclut de ses observations : 1° que le calcaire à Hippurites est inférieur au calcaire à Nummulites, et celui-ci au macigno ou grès tassello qui constitue les environs immédiats de Trieste; 2° qu'il y a un passage graduel entre ces deux derniers; 3° que le macigno était déposé avant le relèvement du calcaire crétacé, comme il résulte de leur parallélisme près d'Opschina; 4° que, lors du soulèvement des Karsters, les calcaires étaient déjà consolidés, tandis que le macigno, encore peu solide, fut facilement plissé et quelquefois renversé, comme on l'observe sur la route d'Opschina; 5° que le macigno, depuis le soulèvement qu'il a éprouvé à la fin de la période nummulitique, n'a plus été dérangé. Ainsi, M. Kieser paraît avoir saisi les vrais rapports stratigraphiques méconnus par M. de Morlot, car loin qu'il y ait dans cette province des grès de l'âge des marnes irisées, tout ce que ce dernier géologue plaçait presque à la base du terrain secondaire serait, au contraire, dans le terrain tertiaire, et, comme partout, au-dessus du principal horizon des Nummulites.

Il résulterait de l'examen qu'a fait M. Ewald (1) des fossiles recueillis par M. de Morlot dans les calcaires à Hippurites de Pola que, de même que les assises du Bellunais, ces calcaires ne correspondraient pas à la série de Gosau, mais seraient parallèles aux couches du sud-ouest de la France, et, en particulier, aux calcaires blancs du Périgord et de l'Angoumois, à cause de la présence de l'*Hippurites cornu-pastoris* qui manque, au contraire, dans les Alpes françaises et de l'Autriche. La Caprine de Pola diffère également de celles des autres régions des Alpes pour se rapprocher aussi des formes de l'ouest. Les Huîtres et les Peignes seraient encore des formes nouvelles.

Néanmoins, l'*Hippurites organisans* de Gosau, que nous avons vue constamment associée dans le sud-ouest de la France à l'*H. cornu-pastoris*, ne permet pas d'éloigner beaucoup ces divers systèmes de couches, toujours compris dans le second groupe, entre le gault et la craie blanche. Rien ne prouve d'ailleurs, comme le croit M. Ewald, qu'ils correspondent plus particulièrement à la craie micacée du bassin de la Loire, désignée par M. Alc. d'Orbigny sous le nom d'*étage turonien*, et dont on a vu la mauvaise délimitation stratigraphique. Le savant paléontologiste de Berlin place les calcaires crayeux de Gosau sur l'horizon du *pläner* de l'Allemagne,

(1) *Berichte ueber die Mittheil.*, vol. V, p. 29, 1849.

mais comme ce *plâner* est lui-même un étage assez complexe, nous rechercherons plus loin à laquelle de ses sous-divisions correspondent en réalité les couches de Gosau. Celles de Pola représenteraient encore une de ces sous-divisions. Si, d'ailleurs, l'Hippurite d'Opschina est réellement l'*H. cornu-vaccinium*, M. Ewald ne verrait aucun motif pour ne pas mettre les bancs qui la renferment en parallèle avec les calcaires marneux de Gosau où elle se trouve aussi.

Quoi qu'il en soit, nous ferons remarquer que, des quatre groupes crétacés, dont trois au moins ont un développement considérable sur le versant des Alpes vénitiennes, un seul, celui de la craie tuffeau, est représenté jusqu'à présent avec certitude par des fossiles de son troisième étage sur le versant occidental des Alpes juliennes dans l'Istrie et l'Illyrie. Mais le *substratum* du *karskalk* n'étant pas bien connu et ne paraissant affleurer nulle part, rien ne s'opposerait à ce qu'on le supposât formé par le groupe néocomien, si constant sur l'ancien rivage opposé à celui dont nous venons de parler en dernier lieu.

Mémoire de MM. Cornalia et Chiozza.

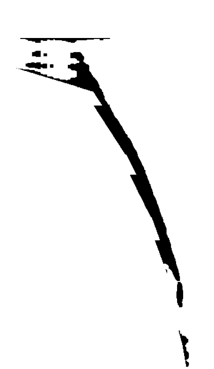
L'essai géologique sur l'Istrie que viennent de publier MM. E. Cornalia et L. Chiozza (1) n'est sans doute pas à l'abri de quelques critiques, surtout en ce qui concerne les fossiles et les conclusions, mais il n'en a pas moins rendu un véritable service à la science, et ce pays, que des études superficielles ou incomplètes avaient, comme on vient de le voir, fort embrouillé, est rentré dans les lois générales reconnues pour les régions environnantes. Quoique nous ayons déjà parlé de ses couches tertiaires inférieures dans le troisième volume, nous croyons utile, en même temps que nous traiterons des assises crétacées, de revenir sur une description que nous avons dû laisser si imparfaite.

On appelle Carso (*Karst*) le plateau qui, de Duino, Opschina, San-Severlo, etc., s'étend vers l'E. Dans ce district, des grottes nombreuses et fort étendues renferment des amas d'ossements très considérables. Telles sont les grottes d'Adelsberg, de Maddalena, et surtout celle de Panina, où l'on pénètre en bateau et où l'on peut naviguer pendant plus de deux heures et demie sur un vaste lac, à la seule clarté des torches.

Les principales roches de l'Istrie sont des calcaires et des grès

---

(1) *Cenni geologici sull'Istria*, avec carte et planches de fossiles (*Giorn. dell'I. R. Istituto lomb. di scienze, lettere ed arti. nov. ser.*, vol. III, Milan, 1852).



divisés comme il suit, en allant de bas en haut : *calcaire noir*, *dolomies*, *calcaire compacte*, *calcaire à Hippurites*, *calcaire bitumineux*, *calcaire nummulitique inférieur*, *grès de Trieste*, *grès de Pisino* et *tassello*, *calcaire nummulitique supérieur*.

(P. 7.) Le *calcaire noir* est la roche la plus ancienne du pays, et sort de dessous le calcaire à Hippurites dans beaucoup d'endroits. M. J.-J. Heckel (1) le rapporte à la craie, mais MM. Cornalia et Chiozza ne se prononcent point sur son âge. Ce calcaire forme une large zone qui, de Comen et de Druskowitz, dans le Carso, s'étend à S. Canziano et à Nucla. Il est schisteux et se divise en plaques très minces. Son inclinaison est variable. On y trouve des restes de plantes (*Alethopteris Brongniarti*, Göpp.) et des empreintes de poissons à Comen, un nouveau genre de sauroïde, un autre aussi nouveau et voisin des *Thrissops*, Agass., puis le *Chirocentrites gracilis*, Kuk., le *C. coronini*, id., le *C. microdon*, Heck., un *Caturus*, n. sp., un *Gyrodus*, n. sp., et le *Microdon elegans?* Agass. Des débris de reptiles rencontrés aussi à Comen ont été décrits et figurés sous le nom de *Mezoleptos Zendrini*.

La *dolomie* ne se trouve que dans les environs de Rovigno, Dignano, Pola et Monpaderno ; mais il existe, en outre, des calcaires plus ou moins magnésiens. La dolomie est compacte ou saccharoïde, de teinte obscure ou claire, et constitue, par l'agglomération de très petits cristaux, une roche d'apparence grésiforme. Quelquefois elle est friable et tendre, se réduisant en une poussière cristalline. La variété saccharoïde alterne avec des calcaires seulement magnésiens, et rien ne prouve que ce soit un résultat de métamorphisme. On n'y observe point de fossiles ; le plongement est au S.-E. vers Pola, et inverse du côté du canal de Lemme, au nord de Rovigno.

Le *calcaire compacte* qui paraît recouvrir la dolomie domine surtout entre Pola et Rovigno avec une inclinaison au S.-E., semblable à celle de la dolomie. Les fossiles y sont rares. Près de Pola, le calcaire est blanc et tendre ; à l'est, il passe au calcaire à Hippurites, et doit en être regardé comme la partie inférieure, sans constituer un étage distinct.

---

(1) *Ueber einige bisher unberkante Arten foss. Fische aus der Gegen von Görz*, etc., Vienne, 1849. — *Beiträge zur Kenntniss der foss. Fische OEsterreichs-Denkschriften d. K. Akad. d. Wissenschaften. Wien*, 1850.

Le *calcaire à Hippurites* s'étend des grès de Goritz à ceux de Trieste, dont il est séparé seulement par une bande de calcaire nummulitique inférieur. Il est ordinairement un peu gris, quelquefois jaunâtre et compacte, presque toujours parfaitement stratifié. Les Hippurites abondent surtout à Medea, Duino, S. Croce, Monte-Spaccato, etc., près d'Opschina. Au sud-est, entre Fernetich et Lippiza, les traces de coquilles gastéropodes sont d'autant plus fréquentes qu'on s'approche de Basovizza où le calcaire, renfermant des lits de charbon, semble former le passage au calcaire nummulitique inférieur. Le calcaire à Hippurites, qui constitue principalement la partie sud-ouest de la province, est aussi séparé du grès par la bande de calcaire nummulitique inférieure, qui se prolonge de Brige à l'embouchure de l'Arsa. A Pisino, cependant, le grès du centre de l'Istrie paraît être en contact avec le calcaire à Hippurites. Ce dernier est d'un aspect variable Près de Pola, il est blanc, tendre, et c'est des carrières de Veruda que les Romains ont extrait les matériaux de leurs monuments. Près de Filippano, la roche est d'une texture grossière, et, dans la vallée de Carpano, le calcaire veiné de rose a une texture saccharoïde comme à la porte de Pinguente.

La *Caprinella depressa*, n. sp., a été rencontrée au mont Spaccato près Trieste, puis les *Hippurites cornu vaccinium*, Bronn, *costulatus*, Gold., et la *Radiolites Toucasiana*, d'Orb., avec d'autres espèces qui paraissent être nouvelles, ont été observées au nord de la ville, à S. Stefano et à Villanova dans la vallée du Quieto. A Pola sont signalées les *Sphærulites Jouanetii*, Des Moul., *acutirostata* (*Radiolites*, id., d'Orb.), la *Radiolites Toucasiana*, d'Orb., et une Hamite? La seule Térébratule connue et voisine de la *T. Defrancei*, Alex. Broug., provient de Duino, et une Calyptrée (*C. cyclopea?*) a été trouvée à Pola.

Au dessus de ce calcaire viennent ordinairement les assises nummulitiques bien concordantes, comme à la montagne d'Opschina et aux limites de la bande de calcaire nummulitique, qui borde le dépôt de grès de l'Istrie centrale. Cependant, il arrive quelquefois que les deux formations sont séparées par un *calcaire bitumineux* rempli de Cérites, et dans la partie inférieure duquel se trouvent des lits épais de charbon exploité à Carpano. Quelquefois, cette substance repose sur le calcaire saccharoïde à Hippurites; ailleurs elle en est séparée par une argile grise remplie de Cérites. Au nord de Pisino, à Gherdosella, le gisement charbonneux est le même, mais le calcaire bitumineux est plus schisteux et présente des empreintes

de feuilles. A l'est de Pinguente, le charbon est également exploité et paraît être subordonné aux bancs de calcaires à Nummulites avec des Cérites, des Alvéolines et des crustacés. Les fossiles sont néanmoins peu nombreux dans les bancs qui alternent avec le combustible. Plus au N., au pied du mont Cacus, non loin de Basovizza, dans le Carso, le calcaire bitumineux reparaît dans la même position qu'à Gherdosella, avec beaucoup de plantes, de bois et de Cérites; il se montre d'ailleurs sur un grand nombre de points où manque le charbon. Les fossiles sont deux ou trois espèces de Cérites (*C. Geslini*, Desh.), de petites Turritelles et de petites Natices.

Le *calcaire inférieur à Nummulites* repose directement sur le calcaire à Hippurites ou sur le calcaire charbonneux en stratification toujours concordante; cependant les Nummulites n'existent nulle part dans les couches crétacées, et réciproquement les Hippurites ne se montrent jamais au-dessus de ces dernières. Les strates nummulitiques sont limités au nord-est, au sud-ouest et au sud-est par les grès d'Opschina, s'étendant par San-Servolo, Ospo et Luckini jusqu'à Pinguente. Plus à l'est on les retrouve au pied du Monte-Maggiore où ils sont assez développés, et l'on a vu que du canal de l'Arsa à Buje ils formaient aussi une zone presque continue, entre le grès et le calcaire à Hippurites. La teinte de la roche est claire, grise ou jaunâtre, quelquefois plus obscure, et, dans les bancs inférieurs où les Nummulites sont les plus petites, elle est tachée de blanc par leur coupe transverse. La grandeur de ces coquilles augmente ordinairement dans les couches supérieures jusqu'à ce qu'elles atteignent 3 ou 4 centimètres de diamètre, ainsi qu'on le voit entre l'Arse et Albona. Les Nummulites de Pedena, représentées fig. 4, 5, 6, pl. III, ne sont pas reconnaissables; peut-être appartiennent-elles aux *N. spira* ou *granulosa?* Les petites sont probablement la *N. Ramondi.* A Carpano le calcaire bitumineux, à partir de l'exploitation, passe peu à peu vers le haut à un calcaire compacte, jaunâtre, de plus en plus rempli de Nummulites et de *Pecten.* Au-dessus est un petit lit avec des fossiles différents, quelques grains verts, et qui, d'après les auteurs, serait le dernier dépôt du groupe nummulitique. On y remarque des échinodermes, des crinoïdes, des dents de Squales, etc. Vers l'est le calcaire, semblable à celui d'Albona, constitue les pentes du Monte-Maggiore; dans la vallée de Pinguente on y trouve des crustacés, puis il se prolonge au N.-O. par Luckini et Ospo jusqu'à Opschina. De Trieste à Trebich, le calcaire nummulitique qui sort de dessous le grès est rempli de

Nummulites; mais si l'on continue à s'avancer vers le N. ces fossiles deviennent plus rares, la roche passe à un calcaire foncé bitumineux avec des Spatangues, probablement parallèle au calcaire à Cérites avec charbon, et peu après affleure le calcaire à Hippurites. Dans ces diverses assises nummulitiques, MM. Cornalia et Chiozza signalent des dents de *Lamna*, une *Ranina* fréquente à Pinguente, Verteneglio, etc., la *Ranina Aldrovandi*, Ranz., près de Verteneglio, de Pinguente, d'Albona et une espèce nouvelle de ce même genre, des Nummulites très différentes, suivant les localités, et désignées sous les noms de *N. complanata* (Albona), de *biaritzensis*, ibid., et Vranja, de *vasca* (1), à Prebenegg, puis la *Bulla Fortisii* Al. Brong., l'*Ostrea gigantea*, Lam., une Pentacrine rapportée au *P. cretaceus*, Leym., du gault, la *P. lanceolatus*, Roëm. de la craie et trois Alvéolines (*A. subpyrenaica*, Leym., *longa* Czj., *spiralis*, n. sp.).

Grès. MM. Cornalia et Chiozza ont avec raison critiqué M. de Morlot qui regardait comme la roche la plus basse du pays les grès qu'il rapportait aux marnes irisées, au lieu de les placer dans le terrain tertiaire. Les grès qui entourent Albona et qu'on voit entre Chersano et la vallée de Pedena sont isolés et séparés de la vallée principale. Ceux de Monte-Maggiore ont été soulevés et isolés de la même manière. Le *grès de Trieste* comprend la masse arénacée qui se trouve au nord-ouest du calcaire du sud de la Péninsule; le *grès de Pisino* est celui qui s'étend à l'ouest de la même zone; peut-être les uns et les autres se sont-ils déposés dans des bassins séparés. A la base de l'assise est la roche que nous avons déjà vue désignée sous le nom de *tassello*. C'est une marne bleue alternant avec un grès vert et que recouvre le calcaire nummulitique supérieur. Les fossiles recueillis dans les grès sont des Nummulites, un Cérite voisin du *C. Castellini*, Brong., un Nautile voisin du *N. lingulatus*, de Buch.

Sous le nom de *tassello* on comprend des dépôts marneux assez étendus, quelquefois en couches minces, se désagrégeant facilement, quelquefois en bancs assez puissants et compactes, toujours concordants avec les strates sous-jacents. Il est assez déve-

---

(1) Les espèces que nous connaissons provenant de l'Istrie, des provinces illyriennes, de la Styrie et des îles voisines, sont les *N. complanata*, *perforata*, *Lucasana*, *Ramondi*, *biaritzensis*, *striata*, *exponens*, *granulosa* et *spira*. Voyez d'Archiac et J. Haime, *Monographie des Nummulites*. (*Descript. des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde*. In-4, 1853.)

loppé au sommet du Monte-Maggiore, au-dessous de Pedena et de Grimalda, entre Pisino et Lindaro. Les marnes alternent avec quelques couches minces renfermant de petites Nummulites, et plus ordinairement avec le grès vert. Très puissant aux environs de Trieste où les couches ont été fort tourmentées sans être rompues, il l'est moins dans le district de Pisino. Il est également très accidenté sur la route de Pinguente à Sant-Antonio et de Buje à Trieste. Le grès vert est souvent traversé par des filons de calcaire spathique.

Le *calcaire nummulitique supérieur* ne repose jamais immédiatement sur l'inférieur ; le plus ordinairement il alterne avec des marnes. Sa plus grande dureté l'a fait résister aux agents qui ont entraîné ces dernières et les bancs gisent en fragments gigantesques sur les flancs des collines (Monte-Maggiore, du côté d'Idria). Il forme le sommet de la plupart des collines de grès de la région de Pisino ; il est presque toujours composé de très petites Nummulites consolidées par un ciment calcaire. Ailleurs la roche passe à un calcaire grossier, ordinairement vert, et dans lequel les Nummulites sont rares et petites (environs de Pinguente). Il y a en outre une brèche composée de fragments plus anciens, de Nummulites et d'autres fossiles cimentés par du carbonate de chaux (Pisino, Scropete, Ozibobi, Verteneglio).

MM. Cornalia et Chiozza citent particulièrement, dans cette dernière assise nummulitique, les fossiles suivants, aux environs de Pinguente et de Pedena : *Serpula spirulæa*, Lam., 2 *Schizaster*, *Spatangus punctatus*, Grat., *S. suborbicularis*, Defr., *Pygorhynchus scutella*, Ag., *P. subcylindricus*, id., *Micraster bufo*, Ag., *Clypeaster fornicatus*, Gold., *Echinolampas burdigalensis*, Ag., 2 espèces nouvelles, *Clypeaster affinis*, Gold., *Conoclypeus conoideus*, Ag., *C.* n. sp. *Cidaris? Trigonia longa*, Ag., *Pholadomya Puschi*, Gold., *Terebratula carnea*, Sow., *T. biplicata*, id., *Cardium asperulum*, Lam., *Ostrea callifera*, id., *Spondylus cisalpinus*, Al. Brong., *Oliva*, *Pleurotomaria*, *Cassis*, *Strombus giganteus*, Gold., *Trochus*, *Nerita nuclei*, *N. conoidea*, Lam., *Melania*, *Cypræa*, *Turritella*, *Cellepora*, *Fungites*, *Turbinolia*, *Astræa elegans*, Gold., *A. agaricites*, id., *Nummulites complanata*, Lam., *N. lævigata*, id., (1), *N. ephippium*, Pusch (2), *N. garansiana*, Leym. (3).

(1) Nous doutons de l'existence de cette espèce en Istrie.
(2) La *N. ephippium* de Pusch est une Orbitoïde.
(3) Cette espèce nous paraît également douteuse.

Nous n'insisterons pas sur les conclusions du mémoire que nous venons d'analyser, les rapprochements indiqués par les auteurs, comme la place qu'ils assignent au groupe nummulitique par suite du manque de données suffisamment exactes, ne pouvant point être admis après tous les faits exposés dans la première partie de notre troisième volume. Mais nous ne pouvons passer sous silence les doutes que fait naître la détermination des fossiles de cette assise supérieure où nous voyons mentionner, sans aucune observation, la *Terebratula carnea* de la craie, la *T. biplicata* du grès vert inférieur, la *Trigonia longa* du même groupe, le *Micraster bufo* et le *Spantangus suborbicularis* de la craie tuffeau. Cette association serait d'autant plus étrange qu'aucune de ces prétendues espèces crétacées ne se trouve dans le calcaire nummulitique inférieur où nous voyons citer aussi une Pentacrine du gault et une autre de la craie, toutes deux plus que douteuses pour nous. Cette partie du travail de MM. Cornalia et Chiozza exige donc de nouvelles études sous le rapport paléontologique comme sous celui du véritable gisement de certains fossiles. Quant à la carte qui l'accompagne, on conçoit qu'elle diffère essentiellement de toutes celles qui l'ont précédée, et la différence principale consiste dans la position assignée aux grès et plus particulièrement au tassello, lequel, rapporté d'abord au trias ou au grès vert, se trouve n'être définitivement qu'une assise subordonnée du groupe nummulitique.

CHAPITRE III.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ITALIE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

Remarques generales.

Jusqu'à présent nous avons presque toujours pu, à l'aide des superpositions, des caractères minéralogiques et des fossiles, rapporter la plupart des dépôts crétacés que nous avons décrits, hors de la France et de l'Angleterre, à quelques uns des étages le mieux connus dans ces deux pays. Sur les versants opposés des Pyrénées et plus au sud, de même que le long des pentes qui descendent des Alpes, le parallélisme des horizons le plus nettement tranchés a pu être établi d'une manière assez satisfaisante. Mais en continuant à nous avancer vers l'E., soit dans la presqu'île italique, soit le long du rivage septentrional de l'Adriatique, puis en Grèce, en Morée et dans toute la Turquie d'Europe, les moyens de repère qui nous ont si heureusement guidés vont nous manquer presque tout à fait. Qu'il faille attribuer les résultats plus ou moins négatifs à ce que ces divers pays n'ont pas encore été étudiés avec une méthode d'observation convenable, ou aux dérangements des couches, à l'oblitération de leurs rapports géologiques et de leurs caractères pétrographiques, ou bien encore à la disparition ou à l'extrême rareté des fossiles, il n'en est pas moins vrai qu'à peu d'exceptions près il nous arrivera rarement d'être certain que les couches rapportées à la formation crétacée lui appartiennent incontestablement et qu'elles ne puissent dépendre aussi bien de dépôts plus récents ou d'autres plus anciens. Cela posé, et toutes réserves faites, nous poursuivrons notre examen en descendant au S.-E. le long de la péninsule italique.

Ligurie, États de Parme, de Modène, de Lucques, etc.

La disposition orographique qui relie les Alpes maritimes à l'Apennin occidental, à l'ouest de Gênes, nous éclaire peu sur ce que deviennent, dans cette dernière chaîne, les couches crétacées que nous avons encore vues assez bien caractérisées dans la première. Le massif de roches cristallines qui borde la mer à Savone, et contre lequel s'appuient au S. des dépôts jurassiques, au N. et à l'E. des dépôts tertiaires, ainsi que toutes ces roches que les serpen-

tines ont rendues méconnaissables, semble avoir été une barrière au delà de laquelle les sédiments crétacés se sont formés dans des conditions très différentes de celles où ils se trouvaient au nord et à l'ouest.

Le versant septentrional de l'Apennin, dans le Parmesan, le Modenais et le Bolonais, ne nous offre plus rien de comparable avec ce que nous avons vu le long des Alpes de la Lombardie, des provinces vénitiennes et même des Alpes juliennes. Les rapprochements qu'on s'est efforcé de faire, les analogies que l'on a cru trouver, ne reposent encore que sur des données incomplètes qu'on ne peut adopter que provisoirement et à défaut d'autres. Quoiqu'il soit peu douteux que la formation crétacée n'ait quelque représentant dans les Apennins de l'ancienne Ligurie, nous nous abstiendrons de rapporter des observations qui ne nous conduiraient qu'à des conjectures plus ou moins vagues. Cependant, sir R. Murchison (1) est convaincu que dans cette province, comme dans les duchés de Modène, de Lucques et en Toscane, les véritables roches crétacées ainsi que leurs relations avec les roches inférieures et supérieures peuvent être observées sur divers points du versant sud des Apennins où elles présentent leurs caractères pétrographiques et paléontologiques, pour constituer ensuite des chaînes d'une grande étendue dans le sud de l'Italie. Il a ainsi rapporté au groupe néocomien des calcaires blanchâtres, compactes, avec de nombreux silex, qui ressemblent au *biancone* et que l'on retrouve à la montagne de Prato-Fiorito près des bains de Lucques. Ils sont surmontés de calcaires sableux, de schistes, de calcaire *scaglia*, etc., et le macigno en masses puissantes constitue les principales sommités des environs.

§ 1. Toscane.

Ce que nous avons dit des dépôts réunis par nous au groupe nummulitique en Toscane (*antè*, vol. III, p. 133) abrégera beaucoup ce que nous aurions à rapporter ici, car nous y avons exposé à peu près tout ce que l'état de nos connaissances permettait d'avancer. Nous avons également indiqué les points sur lesquels devaient être particulièrement dirigées les nouvelles recherches.

(1) *On the structure of the Alps*, etc. : Sur la structure géologique des Alpes, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 276, 1849).

M. Bertrand Geslin (1) paraît avoir placé le calcaire à Fucoïdes des Apennins sous la *scaglia* du Vicentin, tandis que M. Pasini (2) mettait ce même calcaire au niveau de cette *scaglia* et sous le macigno de ce pays. Suivant M. G. Bianconi (3), le système de couches le plus développé sur les versants nord et ouest de la chaîne appartiendrait à la formation crétacée. Depuis la crête des Apennins presque jusqu'au bord de la plaine, il se montre çà et là avec des caractères constants. Parmi ces roches, dominent des schistes calcaires et marneux, des macignos de diverses sortes, solides, friables ou schisteux, des marnes calcaires et arénacées, fragmentaires ou schistoïdes. L'épaisseur des lits varie depuis quelques centimètres jusqu'à un mètre. Si l'on remarque que les seuls fossiles qu'on y trouve sont des Fucoïdes observés seulement dans deux couches, surtout dans le calcaire (pierre à chaux et *scaglia*), et que tous les strates sont extrêmement disloqués, on sera porté à présumer qu'une portion au moins de ce système appartient à une tout autre formation qu'à celle de la craie.

D'après la manière dont M. de Collegno a compris la formation crétacée, on concevra que son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie* ne puisse être d'aucun secours dans la question qui nous occupe; car, si d'une part les formations tertiaire inférieure et crétacée sont réunies sous la même teinte, de l'autre les limites de cette teinte avec celle qui est consacrée à la formation jurassique semblent établies sur des données encore peu complètes. Mais hâtons-nous de le dire, la faute n'en est point à ce savant qui a rendu de véritables services à la géologie de son pays; il n'avait pas à débrouiller dans ce travail un sujet fort difficile et encore enveloppé d'une grande obscurité.

M. P. Savi (4), ne reconnaissant pas non plus de terrain tertiaire

---

(1) *Journal de géologie*, n° 10, février 1831.

(2) *Rapporti geognost.*, etc. : Rapports géognostiques entre quelques points des Apennins et des Alpes (*Ann. degli sc. del regno lomb. ven.*, *fasc.* 5, *sett. ottob.* 1831). — Voyez aussi *Geognost. Beobacht. gesamm.*, etc. : Observations géologiques recueillies pendant un voyage en Italie et en Sicile en 1831-32, par Fr. Hoffmann (*Arch. für Miner.* de *Karsten* et de *Dechen*, vol. XIII, p. 1, 1839).

(3) Essai sur la constitution physique de l'Apennin (*Storia naturale dei terreni ardenti*, etc., in-8, Bologne, 1840).

(4) *Sul carbon fossile della Toscana* (*Giorn. toscano di scienze*, etc., p. 410, Pise, 1843). — *Sopra i carboni fossile delle Maremme*, avec 2 pl., coupes et végétaux fossiles. Pise, 1843.

inférieur en Italie, regarde aussi, comme appartenant à la craie supérieure, le grès macigno et le calcaire albérèse à Fucoïdes dont nous avons traité fort au long, et nous avons essayé de réduire à sa juste valeur la prétendue existence d'une Hamite dans une de ces couches. Nous avons fait voir en même temps que les petites Nummulites qu'on y trouve si abondamment étaient précisément celles qui caractérisent partout les assises inférieures du groupe Nummulitique, sans être associées à aucune espèce crétacée. Au-dessous on peut observer sur divers points (Monze et Vinca dans les Alpes Apuennes, Monte di Chiesa dans le Mont-Pizan, près des bains de Saint-Guliano, sur le Poggio de Montieri) un autre calcaire blanc, en bancs puissants, avec des silex en rognons, qui représenterait la *craie inférieure* des Alpes maritimes, telle que la comprenait M. Pareto. Enfin plus bas se montre la série jurassique.

Venu plus tard, L. Pilla (1) suivit d'abord la route tracée par ses prédécesseurs, mais ensuite, croyant voir plus qu'eux et plus loin, il s'imagina qu'un calcaire, qu'il désigna sous le nom de *nummulitico-hippuritique*, devait représenter toute la craie du nord-ouest de l'Europe (2). Ce nom était d'autant moins heureux qu'il indiquait une association de fossiles qui ne s'est pas encore rencontrée jusqu'à présent, et l'auteur compléta la confusion qui régnait déjà sur ce sujet, en proposant d'établir, dans la série géologique, une nouvelle coupe qu'il appela *terrain étrurien* (3), comme s'il s'était formé en Toscane un ensemble de couches particulier, dont l'analogue n'aurait encore été reconnu nulle part ailleurs. Les détails dans lesquels nous sommes entré (*antè*, vol. III, p. 141), et l'examen que nous avons déjà fait des idées de Pilla, qui sans doute les eût rectifiées, si une fin prématurée ne l'eût enlevé à une science qu'il cultivait avec ardeur, nous dispensent d'y revenir ici.

— Sur la constitution géologique des Monts-Pisans, entre le Serchio, l'Arno et les plaines de Lucques et de Pise (*Isis*, d'Oken, 1841, p. 553). — G. A. Kloeden : Observations sur les Monts-Pisans (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 505-514).

(1) *Saggio comparativo*, etc. : Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie, in-8, Pise, 1845. — *Atti della sesta riun. degli scienz. ital.* en 1844, in-4, p. 545 567, Milan, 1845.

(2) *Mem. de la Soc. géol. de France*, 2e série, vol. II, p. 149, 1846.

(3) *Ibid.*, p. 163, 1846. — *Distinzione del terreno etrurio tra piani secondari del mezzogiorno di Europa*, in-4, Pise, 1846.

On a vu aussi que M. P. Savi (1) avait discuté cette manière de voir et les fausses conclusions de son compatriote; mais malgré une étude plus réfléchie et des opinions plus réservées, il n'a pas beaucoup plus contribué à éclaircir ce sujet, parce qu'il a continué à regarder la plus grande partie du macigno, du calcaire albérèse, avec ou sans silex et avec ou sans Fucoïdes, comme l'équivalent de la craie supérieure. Il y réunit de plus un grès macigno et des schistes marno-argileux avec quelques Fucoïdes et des Ammonites. Dans les Monts-Pisans, il trouve un calcaire gris sale à silex et un calcaire marneux jaunâtre, alternant avec des schistes marneux à Fucoïdes, qui représenteraient alors la *craie inférieure* et reposeraient sur un calcaire gris clair avec silex, lequel, à son tour, passe au calcaire rouge à Ammonites jurassiques.

Toutes les couches, rapportées à la formation crétacée dans ce groupe montagneux, sont liées par des passages minéralogiques insensibles comme par leur concordance; toutes contiennent des Fucoïdes; quelques lits de Nummulites y sont subordonnés, mais pas un seul fossile secondaire n'y est signalé. Nous n'avons donc aucun motif pour ranger ce système de strates, quelque puissant qu'il soit, dans une période plus ancienne que celles du groupe nummulitique ou du terrain tertiaire inférieur. Il importe peu qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas eu de soulèvement dans ce pays après le dépôt de la craie blanche, et que les sédiments se soient continués sans interruption apparente jusqu'à la formation tertiaire moyenne; comme on l'a dit au commencement de ce volume, la loi qui préside aux modifications de l'organisme dans le temps ne dépend pas des changements physiques locaux, et, s'il y a des roches crétacées dans les Apennins, elles doivent y montrer, comme partout ailleurs, une faune crétacée, et non les fossiles qui partout aussi caractérisent une faune tertiaire bien connue.

M. Savi suppose que la mer crétacée du nord-ouest de l'Europe et celle du sud-est n'étant pas en communication directe, le soulèvement qui mit fin à la période secondaire, et qui, suivant lui, aurait tant réagi sur les espèces animales et végétales, n'aurait pas influencé à un aussi haut degré la faune et la flore du sud. De ce dernier côté, certaines espèces auraient continué de vivre alors qu'elles étaient éteintes de l'autre, et l'on doit d'après cela s'attendre à trouver

(1) *Sulla costituzione geologica dei Monti Pisani*, Pise, 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 1, 1847.

dans les dépôts du sud contemporains des dépôts tertiaires du nord, des fossiles à la fois secondaires et tertiaires. Conformément à cette hypothèse, l'auteur regarde les couches du sud comme secondaires, quoique de même âge que les couches tertiaires du nord, et il en conclut que la formation tertiaire inférieure doit manquer là où l'époque secondaire s'est prolongée plus qu'ailleurs, ce qui aurait eu lieu en effet pour la Toscane et une partie de l'Italie.

Il est facile de voir que l'argument du savant professeur de Pise ne repose sur aucune base solide, car : 1° nulle part il ne cite en Toscane le mélange de fossiles tertiaires inférieurs avec des espèces de la craie ; 2° la séparation des terrains tertiaire et secondaire dans le nord n'a pas seulement pour motif une discordance de stratification, puisque sur les deux versants des Alpes et des Pyrénées il y a le plus ordinairement concordance entre le terrain tertiaire inférieur et les dépôts crétacés ; 3° même en plaçant tout le groupe nummulitique dans la craie, le raisonnement serait aussi peu fondé, puisque la faune nummulitique ne renferme pas plus de fossiles crétacés au sud-est qu'au nord-ouest, et qu'elle est identique avec celle des dépôts tertiaires inférieurs non dérangés et recouvrant la craie transgressivement ; 4° enfin, ce n'est pas seulement au nord-ouest des Alpes que les différences entre les périodes sont marquées par des différences paléontologiques, mais elles le sont aussi bien au sud-est de cette chaîne, puisque nous avons retrouvé dans le Vicentin, le Véronais et le Padouan, en face de l'Apennin, de l'autre côté de la plaine du Pô, précisément des représentants zoologiques des quatre groupes crétacés du nord-ouest, recouverts par toute cette série de macigno, de schistes à Fucoïdes, de couches à Nummulites de la formation tertiaire inférieure, que M. Savi prétend représenter aussi, dans les Apennins de la Toscane, la formation crétacée.

Mais, disons-le, la plupart des géologues, qui jusque-là avaient étudié l'Apennin et ses ramifications, ne semblent pas avoir employé les véritables méthodes de la science moderne, et, ce qui le prouve surabondamment, c'est le changement qui s'opéra dans leurs idées, lorsqu'un savant étranger, venant appliquer à une partie de cette chaîne, aussi bien qu'aux Alpes secondaires, le mode d'investigation sévère et logique qui lui avait fait débrouiller si heureusement les dépôts les plus anciens de l'Europe, démontra comment, avec moins de peine et en beaucoup moins de temps, on pouvait obtenir des résultats hors de toute contestation. Sir R. Murchison,

comme on l'a dit (*antè*, vol. III, p. 150), fit voir que, dans l'Apennin, tout le système compris sous le nom de macigno, de calcaire albérèse ou de schistes et grès à Fucoïdes, n'était rien autre que le flysch et les couches à Nummulites recouvrant la craie des Alpes, que, par conséquent, on ne pouvait le regarder comme contemporain de cette dernière, et que, par conséquent aussi, comme le confirmaient d'ailleurs les fossiles, il devait être rapporté à la période tertiaire inférieure. Néanmoins, après cette déduction rigoureuse, le célèbre géologue anglais, faute sans doute de caractères assez tranchés, demeura indécis sur l'âge des couches sous-jacentes, soit qu'elles appartinssent réellement à la craie, soit qu'elles dussent être rangées dans la formation jurassique.

Un grand pas avait donc été fait dans cette nouvelle voie; aussi M. Savi, lors de ses études subséquentes, faites en commun avec M. G. Meneghini (1), n'a-t-il pas hésité à suivre une direction si habilement tracée. Considérant avec M. Murchison, disent ces deux savants (p. 36), que la zone nummulitique est la limite inférieure des plus anciens dépôts de l'époque tertiaire ou le premier de cette époque, il s'ensuit que les couches placées dessous appartiennent à l'époque précédente ou secondaire, et, si l'on applique cette déduction à la Toscane, il en résulte que toute la série des schistes appelés *galestrini* et des couches calcaires, ainsi que les grès macigno qu'ils comprennent et qui sont au-dessous des calcaires nummulitiques, doivent correspondre à la craie. Malheureusement aucun fossile n'est encore venu appuyer cette déduction, sauf ce mauvais moule de San-Francisco de Paolo, désigné sous le nom de *Hamites Micheli*.

Dans les montagnes isolées situées au delà de Serchio (p. 23), les schistes jurassiques de diverses couleurs (*schisti varicolori*) passent graduellement, vers le haut, à un calcaire gris foncé avec silex, constituant une série de strates, d'épaisseur variable, ordinairement très ondulés, et dans lesquels la silice en veinules abonde (monts de Repole, du Piccione et de Legnaia), ou bien est rare (Monte-Maggiore), ou encore manque tout à fait (Alpes Apuennes). Par suite d'influences métamorphiques, ce calcaire a été souvent changé en calcaire caverneux et décoloré; par places, il a pris l'aspect du

(1) *Considerazioni sulla geol. stratigr. della Toscana*, ou *Osservazioni stratigr. e paleontol. concernenti la geol. della Toscana*, in-8, Florence, 1851.

biancone, du Vicentin ou marbre *majolica* de la Lombardie. Quoique très développé dans les Monts-Pisans, les Alpes Apuennes, dans quelques parties de l'Apennin de Pistoie, etc., il manque tout à fait sur d'autres points de la Toscane, où n'y serait représenté que par des couches insignifiantes, se confondant avec d'autres (montagnes du Campiglièse) et passant aux schistes de diverses couleurs. A l'ouest du golfe de la Spezzia, ces calcaires sont assez puissants, mais manquent de silex, comme dans les Alpes Apuennes.

Déjà, dans son mémoire sur les Monts-Pisans, M. Savi avait placé ces roches dans la craie inférieure; mais, malgré l'absence de fossiles, MM. Coquand et Pilla les regardaient comme jurassiques. De son côté, M. Murchison penchait aussi pour les réunir à la craie, quoique sans raisons bien concluantes, lorsque MM. Savi et Meneghini, en examinant les roches qui circonscrivent le golfe de la Spezzia, localité souvent explorée et dont nous reparlerons plus loin, trouvèrent ces mêmes couches en connexion intime avec le calcaire noir connu sous le nom de *marbre portor*, et les fossiles qu'ils y trouvèrent les leur firent définitivement rapporter à la craie. Le gisement de ces roches se trouve au-dessus des couches qui ont été placées au niveau de l'argile d'Oxford, et elles sont, pour ces deux observateurs, le prolongement exact des calcaires à silex pyromaques des Monts-Pisans, des Alpes Apuennes, etc. Dans les hauteurs situées entre le golfe de la Spezzia et la mer, ainsi que dans les petites îles voisines, on voit une série fort étendue de bancs qui, par leur épaisseur, leurs inflexions, leurs plissements, leurs teintes et leur cassure, ressemblent parfaitement à ceux du calcaire gris foncé à silex des montagnes précédentes. Le *substrătum* est le même dans les deux localités; ce sont les schistes de diverses couleurs. On n'y remarque pas, à la vérité, la roche recouvrante, mais le calcaire de Pignone décrit par M. L. Pareto, au nord-nord-ouest de la Spezzia, représente la partie supérieure du calcaire à silex.

Dans l'Alpe de la Tecchia, à l'extrémité nord-ouest du grand ellipsoïde des Alpes Apuennes, tracé par MM. Guidoni et L. Pilla, MM. Savi et Meneghini constatèrent que le calcaire gris foncé avec silex des Monts-Pisans, qui recouvre les schistes variés, occupait une position tout à fait semblable. Ces schistes luisants et pareils à ceux du verrucano reposent sur le calcaire cristallin, puis viennent les bancs plus ou moins modifiés du calcaire à Ammonites, formant toutes les pentes où sont ouvertes les carrières de marbre de Car-

rare. Les vrais schistes luisants qui dépendent du *verrucano* sont situés plus bas.

Les fossiles des calcaires gris de la Tecchia sont les mêmes que ceux de la Spezzia, et les roches sont semblables à celles qui, dans les Monts-Pisans, sont dépourvues de fossiles. Des 42 espèces signalées par les auteurs, aucune n'appartient à la formation jurassique, et aucun des 27 genres qu'elles représentent n'est exclusivement propre à cette dernière formation; plusieurs même n'y auraient jamais été signalés. Le plus grand nombre des espèces ont une analogie frappante avec des formes crétacées, et quelques unes sont identiques. Cependant, ces formes n'annoncent pas une faune néocomienne, quoique les auteurs les rapportent à ce niveau. Ils ont donné (p. 87) l'énumération et la caractéristique des fossiles du calcaire noir de Porto-Venere, de Grotta-Arpaia et des îles Palmaria, Tino et Tinetto, liste dans laquelle on remarque l'absence complète de coquilles de céphalopodes, et qui, sur 42 espèces, n'en présente qu'une seule (*Nucula obtusa*, Fitt.) qui serait déjà connue, toutes les autres étant nouvelles. Parmi les 11 espèces du calcaire noir de la Tecchia, où la même absence de céphalopodes se fait remarquer, il n'y aurait également qu'une seule espèce décrite (*Pinna Robinaldina*, d'Orb.).

Dans un travail que M. P. de Collegno (1) communiqua vers le même temps à l'Académie de Turin, ce savant est revenu sur une localité déjà décrite par MM. de la Bèche, L. Pilla, Coquand, Murchison, Studer, etc. Il a donné quelques détails sur la composition des deux promontoires qui limitent le golfe de la Spezzia, et cherché à établir que le calcaire noir de Porto-Venere est placé *sous* le calcaire rouge à Ammonites, et qu'il est par conséquent jurassique. Quoique ayant eu connaissance du mémoire de MM. Savi et Meneghini, M. de Collegno n'en persiste pas moins dans cette manière de voir.

§ 2. États Romains.

A la suite d'un voyage d'Arezzo à Terni et à Pezzaro, M. A. Boué (2), qui regardait la partie supérieure du grès de Vienne et des Carpathes comme de la craie, trouva qu'elle était aussi bien développée sur les

---

(1) *Nota sui terreni dei contorni della Spezzia* (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 1851).
(2) *Bull.*, vol. VI, p. 291, 1834.

limites nord des États romains et de la Toscane, ainsi que de la Romagne, tandis que la partie inférieure de ce même grès, qui domine autour de Florence, dans la vallée de l'Arno et sur une grande étendue du littoral de la Ligurie, était aussi une dépendance de la formation crétacée; mais tous ces dépôts ont dû être rajeunis depuis, et nous les avons rangés dans le terrain tertiaire inférieur.

On a vu (*antè*, vol. III, p. 152) que MM. Orsini et Alex. Spada Lavini, dans leur coupe de l'Adriatique au Pizzo di Sivo et au mont Vettore, quoique indiquant une formation crétacée, divisée en trois étages, n'avaient en réalité décrit de haut en bas que le macigno, les calcaires et les schistes à Fucoïdes et des calcaires à Nummulites reposant sur le calcaire rouge à Ammonites, de sorte que nous avons dû regarder encore cet ensemble de strates comme représentant la formation tertiaire inférieure.

M. L. Pareto (1) mentionne aussi, comme un équivalent de la craie, mais sans preuves plus solides, les calcaires argileux, compactes ou sub-grenus de la base du mont Amiata et des montagnes de Selvena qui lui font suite. D'autres roches des montagnes situées au sud et au sud-est du mont Amiata, bordant la rive droite de la Fiora et la séparant de l'Albenga, seraient encore du même âge. Un autre massif secondaire, qui longe une partie de la côte de Civita-Vecchia à Sasso, s'étend au nord vers Montebello. Cette chaîne, dirigée O.-N.-O., E.-S.-E., est formée de roches très modifiées par les trachytes qui les ont traversées et qui se présentent sous l'aspect de coupoles. Le gypse en masse, près de Civita-Vecchia et de Sasso, résulterait d'une de ces actions métamorphiques ainsi que l'alunite de la Tolfa. Les strates sont très contournés et leur direction générale est celle de l'Apennin. Le mont Saint-Oreste, opposé à la chaîne de la Tolfa et non loin du Tibre, est aussi dirigé S.-S.-E., N.-N.-O. et ses couches plongent à l'O. Il est composé de calcaire jaune clair, semi-grenu, semblable à certains calcaires jurassiques, mais appartenant, d'après l'auteur, à la craie inférieure. Le mont Oreste, l'antique Sorate, atteint 672 mètres d'altitude et domine au loin la plaine environnante formée de peperino ou de tuf volcanique. Six autres pointements de roches secondaires s'élèvent encore çà et là au-dessus des dépôts plus récents.

(1) *Osservazioni geologiche*, etc. : Observations géologiques du mont Amiata à Rome (*Giorn. Arcad.*, vol. C, *fasc. di luglio*, 1844. Rome, 1844. — *Atti della riun. degli scienz. ital. in Firenze*. In-4, p. 175, 1841.

M. Ponzi (1) cite, comme caractérisés par de grandes Hippurites spathifiées, les calcaires de la rive droite du Garigliano. Ces calcaires sont argileux, gris verdâtre et de diverses teintes. Dans les États Romains, dit sir R. Murchison (2), les calcaires rapportés à la craie ont éprouvé beaucoup de flexions et de dislocations. Ils constituent les principales chaînes qui bordent les vallées de l'Ombrie, les montagnes de la Sabine et celles du pays des Volsques pour s'étendre ensuite jusqu'à Gaëte et à Naples. Tout le bord occidental de l'Apennin, de Foligno à Rome, continue-t-il (p. 280), est dépourvu de macigno, et le grand espace ou bassin, situé entre cet escarpement de l'Apennin à l'est et la chaîne de calcaire secondaire du Siennois et de la maremme romaine, à l'ouest, est exclusivement occupé par des dépôts tertiaires et des produits volcaniques au-dessus desquels, comme on vient de le dire, s'élèvent çà et là quelques îlots secondaires. Mais au sud de Narni et dans les montagnes de la Sabine, à l'est de Rome, où les calcaires sont évidemment crétacés, on les voit recouverts de dépôts nummulitiques et de macigno, non pas sur le versant extérieur ou occidental de la chaîne, à Tivoli et à Palestrina, mais entre cette ville et Subiaco. Le calcaire principal, exploité comme marbre, sous le nom d'*occhio di pavone*, renferme des Hippurites. Lorsqu'on se rend de Palestrina à Subiaco, les roches à Hippurites ont leur face abrupte et brisée, tournée vers la plaine de la Campagna, et, en les suivant vers l'E., on les voit bientôt se plisser en ondulations rapides, accompagnées de grandes fractures; enfin à Olévano elles sont surmontées d'un calcaire sableux, impur, rempli de Nummulites et de *Pecten*. Toute la série calcaire plonge alors sous un grès macigno semblable à celui de la Toscane.

En comparant la coupe de l'Adriatique à la crête de l'Apennin, donnée par MM. Orsini et Spada, avec celle du versant occidental, M. Murchison fait remarquer la régularité des couches dans le premier cas, et dans le second leur dérangement attribué au voisinage des roches ignées. Il suppose aussi que le calcaire, désigné par les auteurs précédents sous le nom de *majolica* et recouvert par

---

(1) *Osservazioni geologiche*, etc. : Observations géologiques faites le long de la vallée latine (*Raccolta scient. gennajo*, Rome, 1849). — *Sulla valle latina*, appendice (*Atti dell'Accad. pont. de 'nuovi Lincei*, *anno* IV, *sess.* 28, *sett.* 1851). — *Sopra un nuovo cono vulcanico*, etc. (*Ib.*, *anno* V, *sess.* 2, 22 *feb.* 1852).

(2) *On the structure of the Alps*, etc., p. 276.

les Nummulites, n'est point jurassique, et que, soit qu'il y ait ou qu'il n'y ait point d'équivalent de la craie blanche, il doit représenter le groupe néocomien. On a alors une série ascendante dans laquelle le macigno est la masse la plus élevée recouverte seulement par des couches tertiaires supérieures.

De San-Benedetto à Jenna, dit M. Studer (1), les calcaires crétacés renferment des Hippurites. Dans la plaine de l'Emissario, affluent du Teverone, est un calcaire gris clair, bien stratifié, avec de nombreuses Hippurites. On le suit jusqu'au Gran-Sasso ou Monte-Corno, élevé de 2902 mètres au-dessus de la mer. Il en forme la base et est surmonté de calcaires à Nummulites, de macigno, de travertin et de tuf volcanique. La Cephalonia, sur le côté nord du Gran-Sasso, est une cime qui en est séparée par une gorge profonde. Son pied est formé de calcaire gris compacte, en lits minces, rempli de silex gris, et l'on y observe des Hippurites semblables à celles de Subiaco, puis des Radiolites.

§ 3. Royaume de Naples.

Le grès des Apennins ou *infra-crétacé* qui, dans la Calabre, du côté de la mer Tyrrhénienne comme sur celui de la mer Ionienne, s'appuie contre les flancs de la chaîne, se montre fortement redressé, et, sur ses tranches, repose par places et horizontalement un banc de sable coquillier tertiaire (2). Ainsi les gneiss dont se compose l'axe de la chaîne dans ce pays, dirigés N.-O., S.-E., ont été soulevés après le dépôt des couches que L. Pilla rapporte au *grès vert* et avant les sédiments tertiaires. Partout, dans le royaume de Naples, les couches crétacées ou regardées comme telles sont extrêmement dérangées, tandis que celles de l'époque suivante sont dans leur position originaire. La direction du soulèvement principal serait celle des Pyrénées, mais peut-être y a-t-il eu d'autres accidents dus à l'apparition des serpentines dans la partie occidentale de la province de Cosenza (3).

La chaîne des Apennins est divisée au sud en deux régions, l'une des Abruzzes qui s'étend jusqu'à la Calabre ou jusqu'à Castrovillari,

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 11, 1851.
(2) L. Pilla, *Bull.*, vol. VIII, p. 198, 1837.
(3) *Atti della prima riun. degli scienz. ital.*, p. 90, in-4. Pise, 1839.

l'autre qui se prolonge, à partir de ce point, jusqu'au cap Spartivento (1). La région septentrionale se compose de calcaires compactes crétacés, avec des Hippurites, des Nérinées, des Volutes ? des Peignes, des Térébratules et des Huîtres. On n'y observe ni Nummulites, ni Bélemnites; une Ammonite y est signalée, et l'on sait que des poissons y ont été trouvés à Pietraroia, Castellamare et Giffuni. L. Pilla, en rapportant ces couches à la craie, suppose qu'elles passent vers le bas aux strates jurassiques et au lias. Elles constituent d'ailleurs la partie la plus ancienne du sol et de l'axe de la chaîne. Audessus viennent le macigno et le calcaire marneux *alberese*, des argiles écailleuses avec des Nummulites, du lignite dans l'Abruzze ultérieure, puis les marnes sub-apennines.

L'Apennin méridional se subdivise en plusieurs rameaux; celui de l'ouest, continuation de l'Apennin supérieur, s'étend de Castrovillari à Nicastro, et est en grande partie composé de schistes modifiés et cristallins sur lesquels reposent des lambeaux de calcaires compactes, continuation de ceux de l'Apennin supérieur. Très réduits d'ailleurs dans leur puissance, on les observe principalement à San-Basilio, Lungro et au mont Coccuzzo. Des roches du même âge existent sans doute aussi sur le versant oriental des massifs cristallins d'Aspromonte, vers l'extrémité de la Calabre, mais aucun fossile n'est encore venu confirmer ce rapprochement.

Dans son *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples* (2), M. Pierre de Tchihatcheff a décrit, sous le nom de formation de marnes et de grès secondaires, des dépôts très considérables de roches marneuses et arénacées, disposés ordinairement sur les flancs des calcaires jurassiques, tantôt en masses détachées, tantôt formant une sorte de lisière discontinue. Ces dépôts, dans lesquels il n'a point rencontré de fossiles, comprennent : 1° des roches calcaréo-argileuses et arénacées, tantôt blanches, friables, terreuses, assez semblables à celles du mont Gargano, placées entre le grès vert et la craie, tantôt compactes, jaunâtres, en couches régulières et fendillées; 2° des roches argileuses calcarifères ou marnes blanc-jaunâtre, bleues ou rouges, massives ou schisteuses, plus ou moins épaisses et renfer-

(1) L. Pilla : Réunion des savants italiens à Padoue, séance du 28 sept. 1842.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 39-58, avec carte.—In-8, p. 73, Berlin, 1842.

mant des Fucoïdes; 3° des grès quartzeux, plus ou moins fins, compactes, durs, et des poudingues à ciment de grès ou calcaréo-siliceux, alternant avec les marnes schisteuses précédentes.

Les couches calcaréo-argileuses et arénacées, compactes, jaunâtres, fendillées, sont comparées par l'auteur aux dépôts crétacés inférieurs des environs de Nice avec lesquels elles auraient la plus grande analogie. Elles sont très développées dans la Basilicate, la Principata ultra et une partie de la Capitanate. Les autres roches argileuses et marneuses appartiendraient à l'étage d'Oxford. Au mont Gargano, la glauconie crayeuse serait représentée par une roche qui a les plus grands rapports avec la craie blanche; elle renferme beaucoup de concrétions siliceuses et des silex en lits continus. On a dit (*antè*, vol. III, p. 155) : que rien n'était venu justifier l'assertion de Pilla que, dans cette localité, les Nummulites se trouvaient associées avec des Hippurites.

Ce dernier géologue, divisant la formation crétacée de l'Italie en supérieure et inférieure, comprenait dans la première, ainsi qu'on l'a vu, le macigno, l'*alberese*, les schistes à Fucoïdes et les couches à Nummulites, puis dans la seconde les bancs à Hippurites où il admettait aussi des Nummulites et qu'il supposait devoir représenter le groupe néocomien. Caractérisé de la sorte, celui-ci se montrerait dans les Abruzzes et en Sicile, constituant des masses calcaires considérables. Telles sont les sommités principales des Abruzzes et de la terre de Labour, le Gran-Sasso, la Majella, le Velino, le Mainardi, le Matese et les couches superposées aux roches cristallines de la Calabre. Tous ces calcaires, regardés jusque-là comme jurassiques, seraient néocomiens, de même que celui des Madonies et des montagnes qui entourent Palerme. Nous ne nous arrêterons point aux parallélismes que l'auteur a essayé d'établir entre des terrains qu'il connaissait imparfaitement encore avec ceux de pays qu'il ne connaissait pas du tout et dont il n'avait pas étudié sérieusement les descriptions qui en avaient été données; de pareilles comparaisons ne pouvaient, on le concevra, conduire qu'à de fausses conclusions.

Sir R. Murchison (1) a trouvé beaucoup d'Hippurites dans les calcaires cristallins, saccharoïdes ou compactes, du promontoire de Gaëte. Les mêmes roches s'élèvent dans la chaîne du monte Marzo, près Sant-Agata, et reposent sur un lit mince, terreux et quelque-

(1) *On the structure of the Alps*, etc., p. 276 et 282, 1849.

fois bitumineux, de calcaire foncé qui pourrait être néocomien. Les calcaires de Sorrente, regardés comme jurassiques, sont d'une grande épaisseur, contiennent des Hippurites et sont recouverts par le macigno. Le même savant a pu s'assurer, d'après l'examen d'une suite d'échantillons du mont Gargano et de ses environs, que la série des couches y est la même que dans le nord de l'Italie. Les roches les plus anciennes sont un calcaire dur, compacte, avec des silex et contenant cinq espèces d'Hippurites, outre des Ammonites et des Nérinées. Les calcaires blancs dont nous avons parlé ne renferment que des Nummulites et d'autres fossiles évidemment tertiaires.

La pointe de Sorrente dont l'île de Caprée est le prolongement, est, dit M. Dufrénoy (1), formée d'une chaîne de calcaires jurassiques et crayeux, dont la direction E. 20° N., O. 20° S. nous annonce qu'elle est contemporaine des redressements qui ont affecté les dépôts tertiaires de la Provence et de la Catalogne.

M. Studer (2), en décrivant aussi le promontoire de Sorrente qui sépare le golfe de Naples de celui de Salerne, nous montre cet isthme comme formant l'extrémité de la zone de l'Apennin dans cette direction. Le mont Saint-Angelo s'y élève à 1420 mètres, et la disposition des roches rappelle celle des Alpes. Vers le bas sont des calcaires foncés, bitumineux, et vers le haut des dolomies bréchoïdes, à grain fin; par places, des tufs volcaniques les recouvrent. Entre Castellamare et Sorrente les bancs calcaires renferment des empreintes de poissons (*Pycnodus rhombus*, Ag., *Notagonus Pentlandi*, id., *N. latior*, id., *Pholidophorus fusiformis*, id., *Semionotus Pentlandi*, Egert., *S. minutus*, id., *S. pustulifer*, id.), regardés par M. Agassiz comme appartenant à la formation jurassique (3). Les Hippurites paraissent être fort répandues dans un banc de calcaire brun, à odeur bitumineuse que l'on rencontre avant d'atteindre Sojano. Le tuf volcanique de Meta se prolonge ensuite jusqu'au delà de Sorrente. Les calcaires se continuent au-dessus de cette ville, recouverts par le macigno qui, à son tour, atteint Vico. Les dolomies règnent constamment vers la crête de cette petite chaîne, et, dans l'île de Caprée qui la continue, des calcaires

(1) *Mém. pour servir à une description géol. de la France*, vol. IV, p. 234, 1838.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 8, 1851.
(3) *Tableau général des poissons fossiles*, p. xxxviii, 1844.

d'un gris clair ou des dolomies sans stratification apparente sont traversés par de nombreuses grottes. Hoffmann y a observé des débris de polypiers, de crinoïdes, d'univalves, de bivalves et de céphalopodes; enfin le couvent des Capucins d'Amalfi est adossé aux dolomies crevassées et caverneuses que l'on observe également entre Cava et Nocera, mais dont l'âge reste à déterminer.

§ 4. Sicile.

Les phénomènes volcaniques, les roches ignées, les gisements anormaux de sel gemme, de soufre et de gypse de la Sicile, ont assez souvent appelé l'attention des géologues italiens, mais on peut remarquer que ce sont des savants étrangers, anglais, français et allemands, qui se sont le plus occupés des dépôts sédimentaires réguliers de cette île. Ces derniers observateurs ont constamment associé les couches crétacées et nummulitiques, et même des couches tertiaires plus récentes ; aussi, malgré le nombre et l'étendue des publications dont elles ont été l'objet, nous est-il encore impossible d'en déduire rien de bien satisfaisant. Ce n'est pas que les rapports et les caractères des formations y diffèrent essentiellement de ce que nous avons vu en Espagne, dans le midi de la France, en Italie et de ce que nous verrons dans le nord de l'Afrique, c'est-à-dire sur les points qui environnent la Sicile, mais peut-être est-ce parce qu'ils y sont plus difficiles à saisir par suite de leur morcellement, des bouleversements que les strates ont éprouvés à diverses reprises, et de leur disparition fréquente sous des dépôts plus récents. On a vu (*antè*, vol. II, p. 806) les discussions auxquelles avaient donné lieu les gypses avec le soufre et les marnes qui les accompagnent, lesquels avaient été placés par les uns dans le terrain secondaire et par d'autres à divers niveaux du terrain tertiaire. Nous les avons rangés définitivement dans ce dernier, en les mettant au-dessous de la formation sub-apennine ou parallèlement aux gisements analogues de la Toscane. Pour plus de clarté et pour faire mieux comprendre les questions qui sont à résoudre, nous mentionnerons toutes les assises que les auteurs ont rapportées au terrain secondaire, et nous exposerons les idées de chacun d'eux sur leur âge présumé.

M. Ch. Daubeny a publié, en 1825, une esquisse de la géologie de la Sicile (1), et la carte qui accompagne ce travail, coloriée géo-

---

(1) *Sketch of the geology of Sicily* (*The Edinb. philos. Journ.*,

logiquement, indique : 1° les granites et les gneiss des monts Pelores et de Messine ; 2° une série de couches schisteuses qui leur succèdent au S.-O., et dans laquelle semblent être intercalés les quartzites d'une part, et les calcaires de Taormine de l'autre ; 3° des grès rouges qui longent la côte septentrionale de l'île entre le cap Orlando et Céfalu ; 4° les calcaires magnésiens de Termini et des environs de Palerme ; 5° un dépôt d'argile bleue qui s'étend de Sciacca au pied de l'Etna et le long de la côte méridionale jusqu'à Terranova. Ensuite viennent les dépôts tertiaires récents et les produits ignés.

L'auteur regarde les schistes avec les calcaires subordonnés de Taormine comme appartenant au terrain de transition, et les calcaires gris, compactes, caverneux, du cap Minjivio et de Giojusa près Patti, comme le prolongement de ceux de Taormine. Les grès rouges non micacés, depuis Guisa et le cap Orlando jusqu'au cap Céfalu, sont interrompus seulement par un ou deux bancs de calcaire gris, compacte, sans fossiles, exploité comme marbre. Des argiles schisteuses alternent avec les grès. Le promontoire est un rocher isolé de calcaire fétide, bleuâtre, ou marbre lumachelle, assez dur, mais dont les fossiles n'ont pu être déterminés. Les pierres énormes du temple cyclopéen élevé sur la colline de Céfalu proviennent de cette roche qui recouvre le grès rouge précédent et paraît appartenir au calcaire de la chaîne des Madonies.

Cette dernière court parallèlement à la côte septentrionale de l'île, entre Céfalu et Termini, pour s'étendre ensuite vers Palerme, et peut-être jusqu'à Trapani. Cependant M. Daubeny n'a pas observé de fossiles dans ces dernières localités, et les calcaires bleuâtres, quelquefois blancs, ont une dureté qui ne dépasse pas certaines variétés de craie. Les marbres de Castronuovo en sont une variété dure. Cet étage est, en outre, caractérisé par des lits de chertz au mont Giuliano près Trapani (l'Eryx des anciens, célèbre par son temple de Vénus Erycine, et qui atteint 3540 pieds d'altitude suivant Ferrara), à Termini, et dans les collines au sud de Palerme ; mais au mont Pelegrino ils manquent comme sur beaucoup d'autres points. Ces chertz renferment plusieurs variétés de jaspe et d'agates rouges ou jaunes, traversées par des veines de quartz hya-

vol. XIII, p 107 et 254, avec carte, 1825. —Voyez aussi : *A description of active and extinct volcanos*, in-8, 1re et 2e édit., p. 264. Londres, 1848.

lin. Ces *pierres de Sicile*, célèbres dans l'antiquité, tirent leur nom de la rivière Achates (aujourd'hui Drillo), dans le lit de laquelle on les recueillait. Tous les calcaires dont on vient de parler sont essentiellement magnésiens, et la variété pulvérulente de Palerme était fort employée en médecine, sous le nom de *terre de Baida*. D'après leurs caractères pétrographiques et minéralogiques, le savant professeur d'Oxford rapporte ces roches au zechstein de l'Allemagne et au calcaire magnésien de l'Angleterre. Elles constituent les hauteurs qui entourent Palerme, mais les vallées et le littoral sont occupés par des poudingues grossiers, à cailloux roulés, avec des fragments de quartz anguleux et d'autres provenant du calcaire compacte sous-jacent, puis par une brèche calcaréo-sableuse, très coquillière, de l'époque quaternaire.

L'argile bleue paraît être la roche dominante d'un grand ensemble de dépôts variés qui, des environs de Palerme et de Termini au nord, s'étend jusqu'à Terranova au sud, occupant ainsi presque tout le centre de l'île, et se prolongeant vers l'est jusqu'au pied occidental de l'Etna. On y trouve subordonnés, ou mieux associés des gypses, un calcaire bleu, des marnes schisteuses brun foncé, des calcaires blancs argileux avec des marnes, enfin, des calcaires bréchiformes renfermant des masses ovalaires de calcaire compacte semblable à celui de Palerme. Un *Mytilus*, un *Cardium*, et quelques autres fossiles indéterminés ont été trouvés dans les argiles bleues proprement dites, formant l'assise la plus basse de cette série. Le gypse qui vient au-dessus constitue un des traits les plus remarquables de la géologie de la Sicile, et l'auteur donne des détails fort précis sur les caractères et les substances qui l'accompagnent. Le tout serait, suivant lui, de l'époque tertiaire. Il signale ensuite au mont Calogero, près de Sciacca, des Nummulites dans un calcaire blanc, compacte ou saccharoïde, avec des silex semblables à ceux de la craie ; aussi le regarde-t-il comme plus récent que celui de Palerme. Au cap Passaro, les Nummulites ne seraient pas moins abondantes, et des Hippurites, signalées depuis longtemps par Thomson, constitueraient des bancs entiers à elles seules. Enfin, d'après une fausse idée qui avait été déjà émise, que certaines Hippurites appartenaient à la craie et d'autres aux premiers dépôts tertiaires, l'auteur hésite à rapporter ces assises au terrain secondaire, et cela d'autant plus qu'elles renferment aussi des Nummulites.

Dans un *Profil général du sol de la Sicile donnant une idée de l'aspect et de la disposition des terrains dont cette île est formée*,

et fait suivant une ligne brisée allant de Trapani à Palerme et de cette ville au cap Passaro (1), M. Constant Prévost distingue, au-dessus des roches granitiques et des schistes cristallins des monts Pelores, des phyllades alternant avec des calcaires, des grès et des conglomérats décrits par M. Daubeny, puis le *calcaire de Taormine, des Madonies* et *des environs de Palerme.* Ce calcaire est gris bleuâtre, en bancs puissants, peu distincts dans certaines localités, plus nettement séparés dans d'autres où ils deviennent très minces et alternent avec des schistes (Termini, Taormine). Ce dernier caractère appartient aux couches les plus basses. On y trouve des crinoïdes, des Térébratules, des Ammonites, des Bélemnites, et quelques bancs sont oolithiques vers le haut (Taormine). Le *calcaire du mont Eryx*, à l'extrémité occidentale de l'île, près de Trapani, a, suivant l'auteur, tous les caractères de la craie, et renferme des Bélemnites, des Hippurites, des Nummulites, des Huîtres, des silex blonds et noirs. Les assises sont nombreuses, les bancs réguliers; la roche est blanche et constitue aussi les monts Calogero, Calatabo-leta et Camarata, ce dernier atteignant une altitude de 1495 mètres. Le même calcaire reparaît près de Pachino, vers la pointe sud-est de l'île. Ainsi, M. C. Prévost ne mentionne pas les grès rouges qui seraient placés entre le calcaire de Taormine et le calcaire magnésien de Palerme, etc., mais il réunit ceux-ci avec le calcaire de la chaîne des Madonies, et distingue de ces derniers les roches du mont Éryx, des environs de Sciacca et du cap Passaro qui sont crétacées et plus récentes. Les gypses, le soufre, le sel gemme, le calcaire marneux avec les argiles vertes et bleues correspondraient exactement au cinquième étage de M. Daubeny.

Plus tard, réunissant les observations faites, en 1830 et 1832, par Fr. Hoffmann, M. de Dechen (2) a décrit, puis représenté, sous le nom collectif de *formation apennine* : 1° *les calcaires de*

---

(1) *Bull.*, vol. II, p. 406, pl. 3, 1832.

(2) *Uebersicht der geognost. Verhält. von Sicilien*, etc. : Coup d'œil sur les relations géognostiques de la Sicile, d'après les observations de Fr. Hoffmann, réunies et mises en ordre par H. von Dechen, avec une carte géologique de la Sicile (*Arch. für Miner.* de *Karsten* et *Dechen*, vol. XIII, p. 311, 1839). — Voyez aussi : *Geognost. Beobacht. gesamm. auf einer Reise durch Italien und Sicilien in den Jahren* 1830-32 (*Ib.*, p. 1). — Gemellaro : Sur le parallélisme du calcaire prétendu crétacé de Taormino avec les étages jurassiques d'Angleterre (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 200).

Taormine, qui en constitueraient la base et nettement séparés des schistes cristallins, des schistes argileux, etc. ; 2° *le conglomérat de Francavilla*; 3° *les grès avec bancs calcaires de Bosco di Coronia et des Madonies ;* 4° *les marnes rouges*, *les argiles* et *des marnes schisteuses*, *noires et ferrugineuses* (ces assises 3 et 4 représentent le n° 3 de M. Daubeny et une partie de son n°4) ; 5° *le calcaire de Palerme et de Cammarata*, fort éloigné ici de celui des Madonies, et encore plus de celui de Taormine; 6° *les calcaires poreux* et *subordonnés ;* 7° *la craie marneuse blanche du mont Éryx ;* 7° *le gypse*, *le soufre*, *le sel gemme*, etc.

Ainsi, les couches que M. C. Prévost avait comprises sous la dénomination de calcaire de Taormine, des Madonies et des environs de Palerme, sans se prononcer sur leur âge, appartiennent, suivant Hoffmann et M. de Dechen, à trois niveaux différents, séparés par des conglomérats, des grès, des marnes rouges, des argiles, etc. Le plus inférieur de ces calcaires, celui de Taormine, serait, d'après ses fossiles, de la période jurassique, c'est-à-dire beaucoup moins ancien que ne l'avait cru M. Daubeny. Il ne constitue, d'ailleurs, que des lambeaux dans la partie nord-est de l'île ; il ne dépasse pas une ligne tirée du cap Calvi à Taormine, où il est recouvert par les produits de l'Etna (1). On y cite (p. 490) l'*Ammonites Murchisonæ*, Sow., *A. radians*, Schloth., *A. polygyratus*, Rein., *A. Herwei*, Sow., *Belemnites clavatus*, Schloth., *B.* n. sp., *Spirifer rostratus*, Schloth., *Terebratula concinna*, Sow., *T. vicinalis*, Schloth., *T. biplicata*, Sow., *T. impressa*, Bronn, *Pecten vimineus*, Sow., *P.* voisin du *P. textorius*, Schloth. ; fossiles qui ont fait placer ces calcaires sur l'horizon des groupes moyen et inférieur de la formation.

Tout le reste de la *formation apennine* d'Hoffmann, y compris les gypses, les sels gemmes, les soufres avec leurs marnes, etc., serait crétacé. L'*Ammonites Selliguinus*, Alex. Brong., aurait été trouvée dans les calcaires blancs du mont S. Guiliano, une Hamite à Roccella, à l'ouest de Domenica, une Bélemnite à Randazzo, etc.

---

(1) Dans l'*Esquisse géologique et topographique du mont Etna* jointe à son travail sur ce volcan, M. Élie de Beaumont a colorié d'une même teinte les calcaires qui circonscrivent les produits ignés au nord-est, au nord et à l'ouest, en les désignant comme *Terrain crétacé inférieur et peut-être jurassique?* (*Mém. pour servir à une descript. géol. de la France*, vol. IV, pl. I, 1838).

Les Nummulites déjà mentionnées au mont S. Calogero, près de Sciacca, sont dans des calcaires crayeux du même âge, et se montrent également dans les calcaires poreux aux environs de Cattolica, de Callosano, au nord des Madonies, c'est-à-dire à la fois dans les assises 6 et 7, et même dans les calcaires du cap Passaro et du Porto de Palo, rapportés au calcaire de Palerme. Les Orbitolites leur sont partout associées, et les Milliolites abondent dans les mêmes couches ou calcaires poreux subordonnés de Macalubetta près de Girgenti, de la solfatare de Cattolica, au sud du cap Bianco, etc. Les débris de crinoïdes paraissent être aussi très fréquents, mais rien ne prouve que l'*Apiocrinites* signalée à Pachino, à Mazzameni, etc., soit l'*A. ellipticus*, Mill., des espèces très voisines existant dans les couches à Nummulites d'autres pays. Nous en dirons autant de la Pentacrine et des échinodermes provenant des mêmes assises et qui n'ont pas été déterminés. L'*Hippurites cornucopiæ*, Defr., est citée au cap Passaro, aux environs de Pachino, dans un calcaire placé sur l'horizon de celui de Palerme ; l'*H. sulcata*, id., aux environs de Girgenti, dans l'assise précédente, puis au mont Gallo près Palerme. La *Terebratula chrysalis*, Schloth., est du calcaire de Pachino, ainsi que la *T. plicatilis*, Sow., qui se trouve aussi à Spaccaforno. Des Peignes ont été observés sur un grand nombre de points, ainsi que des Troques, des Turritelles, puis des débris de poissons, à Majo, Caltanisetta, Castrogiovani, dans les couches à infusoires, qui, comme les coquilles polythalames microscopiques, dont la liste est assez nombreuse, appartiennent sans doute au terrain tertiaire supérieur de ces dernières localités. Enfin, les Fucoïdes abondent sur un grand nombre de points.

Ainsi, la formation jurassique n'existerait que sous forme de lambeaux isolés, relégués dans la pointe nord-est de la Sicile ; la craie se montrerait vers sa pointe occidentale, puis au nord, autour de Palerme, au midi sur la côte de Girgenti et à la pointe sud-est. Les autres roches sédimentaires seraient des périodes tertiaires inférieure et supérieure, comprenant des assises parallèles à celles que nous avons décrites sous les noms de macigno, d'albérèse, de schistes et de grès à Fucoïdes, de calcaires à Nummulites, etc., et peut-être les dépôts de gypses, de sel et de marnes, représenteraient-ils la période tertiaire moyenne ? Mais les caractères paléontologiques et les superpositions laissent partout trop d'incertitude pour essayer de classer, même approximativement, la plupart des sous-divisions établies par Hoffmann. On pourrait seulement se demander si les

conglomérats de Francavilla et les calcaires des Madonies ne représenteraient pas le groupe néocomien, comme, en effet, l'a supposé L. Pilla (1) ? Alors, les assises 4, 5 et 6 pourraient être les équivalents de quelques membres intermédiaires de la formation crétacée. Mais dans la plupart d'entre elles, et surtout dans celles qui portent les nos 6 et 7 (nos 10 et 11 d'Hoffmann), on voit mentionnées les Lenticulites ou Nummulites, et comme, d'un autre côté, ces foraminifères sont citées avec des Hippurites ou dans leur voisinage immédiat, il en résulte la nécessité de nouvelles études pour établir la succession réelle des couches vraiment crétacées et leur séparation d'avec les dépôts tertiaires inférieurs ou nummulitiques.

On doit reconnaître qu'au milieu de cette confusion M. de Collegno (2) a pris le meilleur parti, en étendant une seule teinte, celle qu'il a consacrée aux roches crétacées et nummulitiques, sur toute la surface de la Sicile occupée par les assises 2 à 7 (6 à 11 du géologue allemand). De cette manière, toutes les questions de détail qu'elles peuvent soulever se trouvent réservées, et ce qu'il y avait d'assez exactement déterminé, soit au-dessous, soit au-dessus, est également bien limité.

Dans un excellent travail de M. de Pinteville sur l'étage des gypses avec sel gemme, soufre, marnes, argiles, calcaires, etc., travail dont nous nous sommes déjà occupé (*antè*, vol. II, p. 806), l'auteur a laissé complétement en dehors de son examen le *substratum* de cet ensemble de roches anormales, de sorte qu'on n'y voit, non plus que dans les recherches antérieures, ses véritables relations avec les couches plus anciennes, soit nummulitiques, soit crétacées. Il dit, il est vrai (p. 560) que cet étage s'est déposé, au commencement de la période sub-apennine, sur le calcaire à Hippurites et sur les produits d'éruptions basaltiques déjà existants; mais on concevra que cette superposition ne peut être qu'accidentelle, car les calcaires à rudistes, comme les roches ignées, sont loin d'avoir la continuité des dépôts gypseux qui doivent, au contraire,

---

(1) *Sàggio comparativo*, etc.: Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie. In-8. Pise, 1845. — *Atti della sesta riun. degli scienz. ital.*, à Milan, en 1844. In-4, p. 545-567, 1845.

(2) *Esquisse d'une carte géologique de l'Itâlie.* 1 feuille, 2e édit. Paris, 1844.

dans la plupart des cas, recouvrir directement des roches du groupe nummulitique dont les rapports ne se trouvent indiqués nulle part.

En revenant plus tard sur cette question, M. C. Prévost (1) a aussi rappelé quelques uns des passages d'Hoffmann que nous avons cités pour la présence des Hippurites et des Nummulites sur certains points, puis sans affirmer le mélange des deux genres dans la même couche, le savant professeur a constaté la concordance et la parfaite continuité des strates qui les renferment, confirmation de ce que nous avons vu si souvent; mais nous ne pouvons admettre, quant à présent, le passage zoologique supposé entre les deux formations et moins encore, comme semble l'indiquer une des coupes de la planche I, qu'il y ait entre le cap Passaro et Pachino une superposition directe et régulière d'un calcaire grossier à rudistes sur un calcaire avec des Nummulites et des Hippurites.

§ 5. Sardaigne.

Les calcaires à Hippurites sont assez étendus en Sardaigne, dit M. Alb. de la Marmora (2), surtout dans la partie orientale de l'île. A Tavolara on les voit recouvrir les granites et sur d'autres points les schistes micacés et talqueux. Ils se continuent jusqu'au pied du groupe central du Genargento, où l'on remarque les restes d'un grand plateau de calcaire crétacé modifié, brisé et soulevé à diverses hauteurs. Presque partout la roche est dolomitique, comme sur le plateau de Sarcidano. Ces mêmes assises à Nummulites affleurent dans l'île de Sant-Antioco, à monte Zarzi dans le golfe de Palmas, à Olmedo, et, près d'Alghero, elles semblent se lier au calcaire à Fucoïdes du mont Aquese (*antè*, vol. III, p. 159 et 411).

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 27, pl. I, 1844.
(2) *Atti della sesta riun. degli scienz. italiani tenuta in Milano*. Sett. 1844, in-4, p. 563. Milan, 1845.

CHAPITRE IV.

FORMATION CRÉTACÉE DU VERSANT NORD DES ALPES.

La présence, les caractères et les rapports des dépôts crétacés du versant septentrional des Alpes de la Bavière et de l'Autriche ont été longtemps, de même que les dépôts nummulitiques, l'objet d'une controverse assez animée, due, comme presque toujours, à des relations stratigraphiques obscures, à une connaissance incomplète des fossiles et à des déductions prématurées. Ces dépôts, d'ailleurs très isolés aujourd'hui, n'offrent que des lambeaux dont les vrais rapports exigeaient en effet pour être bien saisis des études locales très suivies et des comparaisons très attentives.

Nous n'essaierons point de reproduire les opinions ni les descriptions données par Bohadsch (1), Stütz (2), MM. A. Boué (3), P. Partsch (4), Keferstein (5), Lill de Lilienbach (6), de Munster (7),

(1) *Abhandlungen einer Privatgesellschaft in Böhmen*, vol. V. Prague, 1782. — *Bericht über eine auf Allerhöchsten Befehl* 1762 *unternommene Reise nach dem Oberösterreichischen Salzkammergute*, p. 209, 222.

(2) *Oryktographie von Unterösterreich*, 1807, p. 127.

(3) *Journ. de phys.*, mai 1822, p. 52. — *Ann. des mines*, vol. IX, p. 508 ; Mém. sur les terrains secondaires du versant nord des Alpes allemandes. — *Philos. Journ. of Edinburgh.* — *Bulletin universel*, fév. 1830, p. 248. — *Journ. de Géologie*, vol. III, p. 49, 1831. — *Mém. géolog. et paléontol.*, vol. I, p. 196 ; 1832. — *Geogn. Gemälde von Deutschl. herausg. v. C. von Leonhard*, 1829, p. 282 et 522.

(4) *Bericht über das deton. Phänom. auf d. Insel Melada*, 1826. *Anmerkung. ueber den Bau der ostlichen Alpen*, p. 52, Gosau, p. 54.

(5) *Teutschland geol. geogn.*, vol. V, partie III, 1820. — *Beobachtungen und Ansich. über die geogn. Verhält. d. Nördl. Kalkalp. in Oesterr. u. Bayern. in d. Sommer* 1827. — *Jahrb.* de *Leonhard.*, 1831, p. 409. — *Kurzer Abriss des geognost. syst.*, p. 412. — *Zeitschrift*, vol. VI, partie VIII, p. 98.

(6) *Zeitschrift für Mineral*, 1828, p. 757. — *Ein Durchschnitt aus den Alpen mit. Hind. auf die Karpathen.*

(7) *Teutschland geognost. durgest.*, vol. VI, p. 98 ; 1829 —

Sedgwick et Murchison (1), etc., travaux qui sont antérieurs à la période historique dont nous nous occupons. Ces divers écrits avaient surtout pour but la détermination de l'âge des couches marneuses qui, dans la vallée de Gosau (Salzbourg) et dans quelques localités analogues, s'appuient contre les assises jurassiques ou plus anciennes.

Sur la carte jointe au mémoire de MM. Sedgwick et Murchison, ces lambeaux, compris entre la vallée de la Salza et celle de la Leytha, sont regardés comme plus récents que la craie; sur la carte de l'Europe centrale de M. de Dechen, ils ont été coloriés comme du grès vert (*Grünsand*), et sur celle de l'empire d'Autriche comme de la craie (*Kreide*). M. Partsch (2) a fait de même sur sa carte géognostique du bassin de Vienne et des chaînes qui l'environnent, comprenant aussi une partie de la Styrie, de la Hongrie, de la Moravie et de la Bohême.

M. Escher de la Linth (3) et M. Schafhaütl (4) ont publié quelques observations sur le même sujet, et M. de Hauer (5) a signalé l'existence des Caprines (*C. Partschi*) dans les couches marneuses de Gosau et au nord de Grunbach, ainsi que le *Hamites Hampeanus* dans la craie de Neuberg en Steyermark (6). Les *Hippurites costulatus*, *Sphærulites ventricosus*, *Radiolites turbinata* avec des Térébratules, ont été citées par M. Hörnes (7) dans une marne jaune reposant sur un calcaire compacte, aux environs des ruines de Strahrenberg, près de Piesting, au midi de Vienne. Au sud les couches de Gosau, inclinées de 50° à 60° à l'O., offrent des em-

---

Brief von Baireuth, 26 mars 1828; *Jahrb. von Leonhard*, 1830, p. 192.

(1) *Philos. Magaz. and Ann. of philos.*, vol. VIII, août 1830. — *A sketch of the structure of the eastern Alps* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 301; 1832), avec carte, coupes et pl. de fossiles.

(2) *Geognost. Karte des Beckens*, etc. 1 feuille avec explication, in-4. Vienne, 1843. — Voyez aussi Schmitz : Carte minéralogique et pétrogr. des Alpes bavaroises entre l'Isar et la Wertach, avec texte explicatif (*Kunst u. Gewersblatt d. polytechn. Verein für Bayern*, 1843, cah. 8 et 9, p. 480 et 555).

(3) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 536.

(4) *Ibid.*, 1846, p. 64.

(5) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. I, p. 142; 1846.

(6) *Ibid.*, vol. II, p. 75; 1847. — Voyez aussi : de Morlot, Tornatelles et petites Hippurites dans la craie de Crampen et Huflau (*Jahrb. der K. K. geol. Reichs.*, nº 1, p. 101; 1850).

(7) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. III, p. 108.

preintes de plantes, la *Nerinea bicincta* dans des argiles jaunes, des argiles schisteuses et charbonneuses et la *Tornatella gigantea*.

M. Czjzek (1) a colorié géologiquement une carte topographique des environs de Vienne, et, dans l'explication de cette carte (2), il a placé, de la manière la plus positive, le grès de Vienne au-dessous du *calcaire alpin* et avant le grès bigarré. On verra plus loin quelle incertitude règne encore à cet égard parmi les géologues du pays, les uns le comprenant dans la formation crétacée avec tout autant d'assurance que les autres le rangent dans le trias ou dans le terrain tertiaire. M. Escher de la Linth (3) a publié, sur le Tyrol et les Alpes de la Bavière, quelques remarques accompagnées de profils ou mieux de vues perspectives de la partie occidentale du Grünten, et de Sonthofen à Saint-Jacob, dans la vallée de Stranz. Ces dessins ne montrent point en effet les vrais rapports des divers systèmes de couches crétacées et tertiaires; ils font voir seulement en perspective leur position relativement à l'observateur. A Schwarzenberg le gault recouvrirait le groupe néocomien, mais nous ne voyons cité aucun fossile propre à confirmer ce rapprochement. M. Haidinger (4) a présenté quelques détails relatifs à la craie du Steyermark, de Gosau, etc., et M. Fr.-E. de Rosthorn (5) en s'occupant, comme on l'a déjà vu, de la Carinthie et de la Croatie, a étendu ses observations dans cette même province de Steyermark ainsi que M. Schafhaütl (6).

M. F. de Hauer (7) pense que les dépôts crétacés situés dans la vallée à l'ouest de Neustadt et de Neunkirchen reposent immédiatement sur des argiles de l'âge du grès bigarré et sur des calcaires noirs plus anciens. Au delà, dans la direction de Grunbach, on observe un conglomérat aussitôt après les marnes crétacées à Inocérames qui sont parallèles à celles de Gosau, mais la position de ce

(1) 1847.

(2) *Erlauterungen zur geognost. Karte*, etc., p. 65, 78, 87, in-8. Vienne, 1849.

(3) *Beiträge zur Kenntniss der Tyroler*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 536, pl. 4).

(4) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 48.

(5) *Zur Geogn. und Geol. der Südostlichen Alpen*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 434, pl. 6, 7).

(6) *Teisenberg oder Kressenberg in Bayern* (*Ib.*, 1852, p. 129, pl. 2 et 4).

(7) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. VI, p. 10; 1850.—*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 85 des notices; 1851.

conglomérat n'est pas bien connue. On le voit aussi sur le chemin de Neunkirchen à Rugletz où le voisinage du grès crétacé à Orbitolites et un peu au delà la présence du calcaire alpin ne jettent pas plus de lumière sur ses vrais rapports. Nulle part les Nummulites ne sont associées avec des fossiles crétacés, et tout ce que l'on a dit du mélange de ces corps organisés reposait sur la confusion que l'on faisait des Orbitolites avec les Nummulites.

Les grès rougeâtres ou jaunâtres qui contiennent ces Orbitolites, comparées par l'auteur au *Lycophrys* de Maestricht, sont en relation intime avec les couches crétacées de la vallée de Gosau dont ils constitueraient la partie la plus élevée, représentant ainsi la craie supérieure de Belgique. M. de Hauer y cite les fossiles suivants : *Gryphæa columba*, Lam., *Ostrea serrata*, *O.* peut-être *vesiculosa*, des Térébratules, des Hippurites voisines de l'*H. costulatus*, Gold., *Caprina paradoxa*, Math. (*C. Partschii*, de Hau.), des fragments d'Inocérames, des empreintes de Trigonies voisines de la *T. alæformis*, *Tornatella Lamarckii*, Gold., et l'*Hemipneustes radiatus*, Ag. Si quelques unes de ces espèces semblent indiquer l'horizon de la craie supérieure, d'autres annoncent certainement un niveau plus bas ; il y a donc lieu d'attendre de nouvelles observations pour se prononcer sur l'âge de ces grès

Les couches dites à Nummulites de Neusberg, dans le Steyermark, appartiennent aussi à l'assise des Orbitolites, qui, par ses autres fossiles et sa position, est parallèle à celle de Gahusbauer et des environs de Neustadt. Plus au nord, au sud-ouest d'Hettmansdorff, le grès à Orbitolites renferme des pinces de *Calianassa Faujasii*, semblables à celles de Maestricht, et peut-être une autre espèce du même genre. Il se continue ensuite au nord-ouest, vers Strelzhof, en longeant les montagnes anciennes, et interrompu seulement par les vallées. Si l'on continue à s'avancer dans cette direction, les Orbitolites diminuent, et, dans une roche plus marneuse, se montrent les fossiles des couches crétacées de Gosau avec le *Pecten striato-costatus*, Gold., des *Fungia*, des Inocérames et une *Calianassa*. Enfin, sur le côté nord-est de la Kehnberg, le grès précédent s'élève à une grande hauteur.

Un conglomérat, dont la position était aussi fort douteuse, a été décrit par M. Lipold (1), dans les collines des environs de Salzbourg,

---

(1) *Jahrb. der Kais. Königl. geologisch. Reichs.*, n° 1, 2° année, p. 22 ; 1851.

entourées elles-mêmes de calcaires dolomitiques crevassés en tous sens, et formant de hautes murailles verticales. Ce conglomérat, de diverses teintes grises ou rouges, est composé de fragments de gneiss, de schistes luisants et chloriteux, de hornstein et de quartz, réunis par un ciment calcaréo-sableux. Il passe à un grès brun et à un sable fin jaunâtre avec quelques lits calcaires subordonnés. Incliné de 20° à 25°, ce conglomérat, adossé aux calcaires dolomitiques, a été employé dans tous les monuments anciens du pays.

Au pied sud du Reinberg sont des marnes et des grès avec du charbon. Les recherches, qu'on y avait entreprises pour le combustible, ont été bientôt abandonnées. Des marnes brunâtres, sablonneuses, recouvertes de grès gris bleuâtre et charbonneux, puis de sables, viennent ensuite. Les fossiles de ces assises peu épaisses sont altérés et blancs. Au-dessus est un grès calcarifère, solide, brunâtre, à grain fin, gris bleuâtre à l'intérieur, et de 6 à 8 mètres d'épaisseur totale. Les fossiles y sont nombreux, et les marnes grises sableuses, sans traces de corps organisés qui les recouvrent, sont à leur tour surmontées par un conglomérat ayant la même inclinaison et la même direction. Dans les couches à fossiles, l'auteur cite : *Corbula angustata*, Sow., *Tellina royana*, d'Orb., *Cyprina oblonga*, id., *Venus obtusa*, Sow. (1), *Astarte sinuata*, d'Orb., *Cardium Guerangeri*, id., *C. bimarginatum*, id., *C. Cottaldinum*, id., *Inoceramus Cuvieri*, Mant., Arche, Modiole, Nucule, deux Exogyres nouvelles et des fragments d'Hippurites, *Nerita Goldfussii*, Keferst., *Fusus cingulatus*, Sow. La plupart de ces fossiles se retrouveraient, suivant l'auteur, dans la partie supérieure de la craie de Gosau, et l'ensemble de couches serait réuni aux assises charbonneuses de la base de la montagne. Le conglomérat, que M. de Morlot regardait comme diluvien et horizontal, appartiendrait, au contraire, à la formation crétacée supérieure, et aurait été dérangé de la même manière et dans les mêmes circonstances.

Un résumé de la géologie de l'Autriche ayant été publié dans le premier numéro des *Annales de l'Institut impérial et royal géologique* (2), nous en reproduirons ce qui se rattache à notre sujet. Le groupe néocomien se voit à Rossfeld près d'Hallein, et aux environs d'Ischl, reposant sur le calcaire alpin. On y trouve les *Am-*

(1) Cette coquille appartient au terrain tertiaire de la Styrie.
(2) *Jahrb. der Kais. Kön. geologisch. Reichs.*, n° 1, 1re année, p. 22; 1851.

monites cryptoceras et *Grasianus*, d'Orb., le *Crioceras Duvalii*, Lév., des Hamites, etc. Ces couches avaient été placées à tort par M. Emmerich dans la formation jurassique, à cause de la présence d'un *Aptychus* qu'il regardait comme l'*A. lamellosus*. Ici, de même que dans les Alpes du Milanais et des provinces vénitiennes, il paraît difficile de séparer nettement des assises néocomiennes ce qui appartient à l'étage d'Oxford. Près d'Ischl, les fossiles crétacés sont dans une marne grise exploitée pour la confection de la chaux hydraulique; au sud, les couches du même âge reposent sur des calcaires avec *Terebratula diphya*, dépendant encore de l'étage d'Oxford.

Les marnes crayeuses, puis des grès et des conglomérats de la même formation, ont été déposés dans les vallées alpines dont les parois offraient des calcaires secondaires plus anciens déjà relevés. Lorsqu'on se dirige de l'E. à l'O., sur le versant septentrional des Alpes de l'Autriche et du Salzbourg, on rencontre ces dépôts isolés à Neuwelt, à l'ouest de Wiener-Neustadt, à Krampen-Graben, etc., à Lunez, au sud-ouest de Gaming, à Gams près d'Altenmark, à Windischgarsten, à Isenau à l'est d'Aussee, à Gosau, aux environs d'Hallein sur la pente septentrionale de l'Untersberg, et, partout où l'on a pu observer le *substratum*, ce qui d'ailleurs est assez rare, on a reconnu l'existence d'un calcaire alpin mal caractérisé ou celle du grès bigarré.

Les calcaires à Hippurites forment la base de la série marneuse de Gosau et plongent de 30° au N. reposant sur le calcaire alpin d'Untersberg. Au-dessus viennent les marnes à Inocérames, puis les dépôts nummulitiques. Ces mêmes couches de Gosau recouvrent le grès bigarré à Russbachthal, à l'ouest de la vallée, dans la direction d'Abtenau; mais le plus ordinairement elles inclinent vers la muraille calcaire qui les borde, comme si elles plongeaient réellement dessous. Ainsi, dans le Neuwelt, on pourrait les croire inférieures à ce système du calcaire alpin, si les fossiles ne prouvaient leur postériorité. A l'est de la vallée de Gosau, on observe une disposition semblable; les bancs y sont représentés butant contre le calcaire alpin.

Parmi les fossiles de cette localité, on doit signaler les gastéropodes, les rudistes et les coraux, dont un grand nombre appartiennent au groupe supérieur de la formation (*Pecten quinque-costatus*, Sow., *Ostrea vesicularis*, Lam., *Inoceramus Cripsii*, Mant., *I. Cuvieri*, Mant., etc.). On peut distinguer, en outre, dans cet

ensemble, plusieurs assises bien caractérisées, telles que les couches marneuses à Inocérames, les couches sablonneuses à Tornatelles et à Nérinées, les couches à empreintes végétales, qui représenteraient, suivant M. Unger, le *quadersandstein inférieur* de la Saxe et de la Bohême, les couches remplies de gastéropodes et d'acéphales, dont la conservation rappelle les dépôts tertiaires, puis les calcaires, dans lesquels dominent les rudistes et ceux que caractérisent les Orbitolites. Les quatre premières assises se voient au nord-ouest de Neuwelt, mais leur ordre de succession ne peut pas être regardé comme absolument normal.

Toute la série appartient aux deux groupes supérieurs de la formation crétacée, et représenterait les divisions que nous verrons désignées, dans le nord et le centre de l'Allemagne, sous les noms de *Pläner* et de *Quadersandstein*. Le gault caractérisé par ses fossiles comme en Suisse et les étages néocomiens par la *Caprotina ammonia* et le *Toxaster complanatus* manquent complétement dans la vallée de Gosau. Les couches à Orbitolites, placées tout à fait à la partie supérieure, renferment, comme on l'a dit, l'*Hemipneustes radiatus* et les *Calianassa Faujasii* et *antiqua*. Les coquilles de céphalopodes sont très rares dans cette suite de couches; on y cite un fragment de grande Ammonite et quelques Nautiles dans la vallée de Gosau; près de Neuberg, une espèce nouvelle, voisine de l'*Ammonites rhotomagensis*, une Scaphite et une Hamite. Des couches de lignite, inclinées vers le calcaire alpin, à l'ouest de Neustadt, semblent plonger dessous.

Suivant M. Reuss (1), on ne pourrait pas établir d'étages distincts dans la série de Gosau; les couches à Hippurites, comme celles à Nérinées et à Actéonelles, appartiendraient à la craie tuffeau, et le groupe de la craie blanche manquerait. Les fossiles que nous venons de citer et leur association ou répartition ne permettent guère d'adopter cette manière de voir. Après avoir parlé des calcaires néocomiens des Alpes vénitiennes, sir R. Murchison (2) trouve, de son côté, que dans celles de l'Autriche, c'est le calcaire à Hippurites et le marbre gris jaunâtre, parfois tacheté, qui, à Untersberg, près de Salzbourg, autour de la vallée de Gosau, et dans beaucoup d'autres localités, plonge sous les couches de calcaire impur, de marnes et de grès remplis de fossiles du gault et de la craie.

(1) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsc.*, vol. III, p. 336; 1851.
(2) *On the structure of the Alps*, etc., p. 183; 1848.

Il résulterait de ce passage que l'auteur regarde le calcaire à Hippurites comme représentant dans ces localités le calcaire néocomien que nous avons vu tout autrement caractérisé à Hallein et aux environs de Ischl, et que le gault existerait dans ce pays, ce qui est contredit par tous les géologues qui en ont traité.

Si nous revenons maintenant à quelques travaux particuliers en commençant par ceux de M. C. Ehrlich, nous verrons que, dans un premier mémoire (1), cet observateur place, ou du moins décrit, le grès de Vienne dans le terrain secondaire, après les couches nummulitiques et avant la craie de Gosau. Il croit que ce grès renferme des fossiles crétacés de Gosau, et qu'il y a un passage entre les roches arénacées et crayeuses (environs de Mondsee). Le grès du Pechgraben, qui renferme de gros blocs de granite, serait du même âge. L'auteur traite ensuite des marnes et des calcaires schisteux de Zirnfeld, rapportés au groupe néocomien, et où il cite des Bélemnites, des Nautiles, les *Ammonites Astierianus*, d'Orb., *cryptoceras*, id., *infundibulum*, id., *multicinctus*, Hauer, *subfusiformis*, d'Orb., *semistriatus*, id., *Grasianus*, id., *Heliacus*, id., des Hamites et le *Crioceras Duvalii*, Lév., fossiles déjà signalés, par M. de Hauer (2), au Rossfeld, au sud et au sud-ouest d'Hallein. Les marnes et les grès crétacés se continuent jusqu'à Abtenau, Russbach, Gosau et jusqu'au grès de Vienne, près de Gmunden, pour être interrompus au pied du Harberg par un filon de diorite. A la montagne de sel de Ischl se montrent les marnes avec fossiles néocomiens, tandis que les assises de Gosau, plus élevées dans la série, s'observent un peu en arrière de Traunstein où le charbon accompagné d'ambre se trouve subordonné aux marnes et aux grès. Le développement de ces assises charbonneuses est très considérable dans les vallées de Windischgarsten et de Spital, comme à Weisswasser sur la frontière de Steyermark. Les fossiles sont la *Nerinea bicincta*, Bronn, *Tornatella gigantea*, Sow., *Natica bulbiformis*, *Hippurites cornu-vaccinium*, Bronn. Le gisement de charbon le plus considérable est celui qui se trouve au pied du Sattelgebirge, au delà de Saint-Wolfgang. La coupe de cette localité montre de haut en bas :

---

(1) *Ueber die Nordöstlichen Alpen*, p. 27, in-8. Linz, 1850. — Voyez aussi : A. Emmerich, *Ueber die Gliederung des Alpen-Kalkes im Bayerischen Gebirge* (*Neu. Jahrb.*, 1849, p. 437).

(2) *Osterreich. Blätt.*, 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 371.

1° Calcaire bitumineux . . . . 4 toises (1).
2° Schiste marneux avec calcaire bitumineux. 4 à 5 —
3° Charbon discontinu. . . . . 2 à 6 pouces.
4° Schistes marneux.
5° Grès.

L'inclinaison des couches est variable. Les détails que donne ensuite M. Ehrlich sur les Hippurites et le gisement des autres fossiles à Saint-Wolfgang, Gosau, Weisswasser, Untersberg, etc., ajoutent peu à ce que l'on savait sur ces localités, dont nous avons d'ailleurs à parler encore.

Dans un autre mémoire, publié en 1852, le même géologue (2) place toujours le grès de Vienne dans la formation crétacée, mais il le décrit après les dolomies et les rauchwackes du Jura et avant la craie inférieure (*untere Kreide*) ou groupe néocomien. Les superpositions n'ont rien de plus concluant ici que précédemment, où l'auteur semblait vouloir mettre ce même grès entre le groupe nummulitique et la craie supérieure. Mais ses incertitudes l'entraînent, sans doute à son insu, dans une contradiction manifeste ; car, après avoir parlé des relations probables de ce grès avec les couches jurassiques, il termine en disant que le grès de Vienne vient alors se placer entre le groupe néocomien et la craie supérieure (p. 50), puis il ajoute (p. 55) que la craie supérieure passe aux couches néocomiennes, et s'y lie intimement. Où est alors cet intermédiaire si développé qui forme constamment les chaînons avancés des Alpes calcaires ? Reconnaissons donc qu'aucun exemple de superposition réel et bien authentiquement démontré n'a encore établi la véritable position du grès de Vienne au-dessous de la formation crétacée ni dans cette formation, et que l'opinion qui le place au-dessus a pour elle toutes les probabilités ; ce qui n'exclut d'ailleurs nullement l'existence, dans le même pays, de couches minéralogiquement semblables, mais beaucoup plus anciennes, et de la période du trias.

Dans ce second mémoire, l'auteur revient sur les localités dont nous avons parlé, donne de nouveaux détails et des coupes où les relations des couches manquent de clarté et n'éclair-

---

(1) Le *Klafter* ou toise d'Autriche équivaut à 6 pieds de roi.
(2) *Geognostische Wanderungen im Gebiete der Nördöstlichen Alpen*, p. 12, in-8. Linz, 1852.

cissent, en réalité, aucune des questions soulevées depuis longtemps. Il considère les marnes à Orbitolites de Losenstein comme la partie la plus élevée de la formation crétacée. Sur la rive gauche de l'Ens, elles plongent au S., et lorsqu'elles passent au grès, les fossiles y sont peu répandus. Elles n'auraient, en outre, de représentant que sur ce point, tandis que la série de Gosau acquiert, au contraire, une très grande extension en surface. Les plantes fossiles de cette dernière sont, d'après M. Unger : parmi les acotylédones, le *Pecopteris striata*, Sternb., et le *Microzamia gibba*, Corda ; puis parmi les dicotylédones, *Salicites macrophyllus*, Reuss, *Carpolites oblongus*, Gœpp., *Cunninghamites*, Ung., *Hymenophyllites macrophyllus*, Gœpp., *H. heterophyllus*, Ung., *Phyllites Ehrlichi*, Ung., *P.* sp. ? *Rachis*, sp. ?

M. C. Peters (1), décrivant les environs de Wissenbach, signale d'abord la série du trias d'Hallstad et, de ce point à Wissenbach, un conglomérat presque horizontal superposé au calcaire de Zlankögels incliné au S.-S.-E. Ce conglomérat à ciment calcaire est composé de fragments de diverses couleurs et de diverses grosseurs. Le quartz y a été injecté après sa formation. Sur le côté gauche de la gorge étroite où on l'observe est une marne bleu grisâtre, fossilifère, qui alterne avec des calcaires plus solides, gris, passant à un grès jaune brun, à grains plus ou moins gros. Les fossiles en mauvais état sont l'*Hippurites cornu-vaccinium*, et des traces de Caprine. Au-dessus de la marne est un calcaire gris jaunâtre, peu solide, à grains inégaux, avec *Acteonella gigantea*. Au delà se montrent les calcaires à Hippurites.

Il résulte de ces observations que les couches sont ici analogues à celles des vallées de Gosau et de Russenbach, sur les rives nord et ouest du lac de Saint-Wolfgang, et qu'elles sont disposées dans le même ordre de haut en bas, savoir : 1° conglomérat supérieur ; 2° grès supérieur sans fossiles avec quelques veinules charbonneuses ; 3° calcaire marneux, grès avec des fossiles et une ou plusieurs couches de calcaire à Hippurites comprenant un banc de Tornatelles ; 4° conglomérat inférieur.

Après avoir décrit les calcaires à Hippurites de Saint-Gall à Weisswasser, semblables à ceux de Blaberg, recouverts de grès supérieurs et de marnes plongeant au S.-E., l'auteur fait connaître la vallée de Gamsthall près de Laymbach (Steyermark), où, après les

(1) *Abhandlungen der K. K. geolog. Reichs.*, vol. I. Vienne, 1852.

formations anciennes et le calcaire alpin, viennent des argiles, des marnes grises, des lits de charbon, un grès et le calcaire d'Achögel. Les marnes sableuses et calcaires renferment de nombreux fossiles. Celles-ci, commençant aux pentes d'Achögel, sont pareilles à celles des Swarsengraben, près de VolsenWolfgang et à celles qui sont situées sous les couches à Actéonelles de Traunwand. Il y a diverses plantes, entre autres le *Geinitzia cretacea* et un conifère des marnes de Gosau. Sur le versant méridional d'Achögel près de la rivière une carrière est ouverte dans des grès très puissants, gris jaunâtre, plus ou moins solides, avec quelques lits subordonnés de marne et plongeant de 84° à 86° au S.-O., ou même verticaux. En face sur la rive gauche se montrent les couches à Hippurites et à Actéonelles, puis on atteint un grès gris qui plonge au S.-O. avec des parties charbonneuses. La coupe de cette localité montre de bas en haut :

1° Grès solide gris brun, à gros grain, avec quelques Tornatelles (*Acteonella gigantea*, d'Orb.) ;

2° Grès marneux fragile, avec des polypiers (*Cladocora manipulata*, Reuss, de Gosau, et qui se retrouve dans le calcaire marneux à Hippurites, *Oculina*, Eusmilinide ou *Trochosmilia ?*) ;

3° Grès à Tornatelles, occupant la plus grande partie des roches mises à découvert ; il est gris brun, jaune, solide ou fragile, contient à profusion l'*Acteonella gigantea*, de toutes les dimensions et à tous les âges. La roche passe par places à un calcaire gris, solide, avec des Actéonelles changées en calcaire spathique, et des druses de chaux carbonatée ;

4° Calcaire à Hippurites courant au S.-O., avec une inclinaison qui varie de 15° à 80°. Il est brun, sablonneux, blanc, jaune, cristallin, renferme des Radiolites et des Caryophyllies semblables à celles de Gosau. Ce calcaire est placé au-dessus du grès marneux qui renferme tant de fossiles.

En résumé M. Peters trouve que le système des couches crétacées de Gamsthall est le même que celui d'autres localités des Alpes orientales, appartenant à ce que les géologues allemands désignent sous le nom de *craie supérieure*. Les relations des couches sont les mêmes qu'à Gosau et à Saint-Wolfgang, et la série peut être représentée ainsi en allant de bas en haut : 1° grès calcarifère marneux avec fossiles ; 2° grès avec des Huîtres ; 3° grès à *Acteonella gigantea* ; 4° couche à coraux ; 5° grès à *Acteonella gigantea* ; 6° calcaire à Hippurites ; 7° couches marneuses grises avec

fossiles ; 8° marnes grises sans fossiles, passant par places à des conglomérats et prédominant dans le Gamsthall supérieur.

La séparation du calcaire alpin d'avec la craie est d'ailleurs peu connue.

De son côté M. Fréd. Zekeli (1), en décrivant les gastéropodes fossiles de Gosau, ne s'est point flatté d'avoir résolu d'une manière définitive la question de l'âge des couches crayeuses de cette localité ni leurs rapports stratigraphiques, et il paraît adopter les vues de M. Reuss, qui place un conglomérat à la base du système. Au-dessus se développe toute la série de 1000 à 1500 pieds d'épaisseur et composée de marnes tendres ou solides, de grès et de calcaires avec des couches d'Hippurites et d'Actéonelles formant ensemble les deux tiers de la masse dont le tiers supérieur comprend des marnes grises, rouges, et des calcaires alternant avec des grès gris et un conglomérat rose, le tout dépourvu de fossiles. Ce dernier tiers pourrait être pris pour un dépôt tertiaire, mais il représente une marne qui ailleurs est remplie de débris organiques et l'on ne peut supposer qu'il y ait ici aucune couche à Nummulites ni aucun équivalent de la craie blanche. Pour l'auteur, les formes organiques de cette série de Gosau seraient celles qui se retrouvent dans le *Pläner* de la Bohême et qui toutes, y compris les Hippurites, appartiendraient au premier et au second étages de la craie tuffeau.

Aux environs de Saint-Wolfgang ces diverses assises sembleraient être plutôt placées à côté les unes des autres que superposées ; cependant des marnes fossilifères alternant avec des grès se voient sous les calcaires à Hippurites très développés. Ceux-ci renferment les *Hippurites organisans*, Des Moul., *H. cornu-vaccinium*, Bronn, *H. sulcatus*, Defr., *Radiolites acuticostatus*, d'Orb., *R. mamillaris*, Math., *Caprina Aiguilloni*, d'Orb., *C. Coquandiana*, id., *Nerinea bicincta*, Bronn, avec des polypiers de Gosau. Çà et là les bancs deviennent marneux et les gastéropodes comme les acéphales sont plus abondants. Sur les calcaires précédents viennent des marnes bleues, grises, avec des fossiles dans le Dittelle Bachgraben. Il n'y a d'ailleurs à Saint-Wolfgang aucune trace de craie supérieure plus récente ni de terrain tertiaire. M. Zekeli n'admet pas qu'il y ait deux étages crétacés distincts superposés dans les deux localités principales dont nous venons de parler, tandis qu'il regarde les gas-

(1) *Die Gasteropoden der Gosaugebilde* (*Abhandlungen der K. K. geologisc. Reichs.*, vol. 1, Vienne, 1852).

téropodes et les conchifères comme représentant ceux d'une partie des groupes de la craie tuffeau et de la craie blanche (il désigne les *étages turonien* et *sénonien* de M. Alc. d'Orbigny).

Les 24 planches jointes à ce travail important représentent 151 espèces nouvelles sur un total de 192.

Parmi ces espèces on remarque 8 Turritelles, 9 *Omphalia*, 4 *Eulima*, 11 Nérinées, 11 Actéonelles, 7 Natices, 10 *Turbo*, des Troques, des Phasianelles, 7 Dauphinules, 13 Rostellaires, 17 Volutes, 16 Fuseaux et 47 Cérites. Une pareille faune, alors que ni rudistes ni céphalopodes, à une seule exception près, n'avaient encore été signalés dans ces couches, pouvait donc, il y a vingt-cinq ans, faire douter qu'elles fussent réellement secondaires.

Résumé.

En résumé, ce versant septentrional des Alpes ne nous a offert que de très rares représentants du groupe inférieur ou néocomien, aucun équivalent bien authentique du gault; mais des lambeaux assez nombreux de couches variées, appartenant à une partie du second et du premier groupe, ou à la craie tuffeau et à la craie blanche. Il est probable que la partie supérieure de celui-ci ou la craie de Maestricht existe au moins sur un point. On doit dire que, malgré les nombreuses descriptions que nous avons rappelées, les diverses assises qui composent la série, qu'elles appartiennent à un seul étage ou à plusieurs, n'ont pas encore été comparées de manière que leurs relations dans les diverses localités soient bien établies, et leur parallélisme ou leur non-parallélisme bien constaté. Il en est de même de leurs rapports avec les couches plus anciennes sur lesquelles elles reposent et celles plus récentes qui les recouvrent. Peut-être de nouvelles recherches, dans ce pays si tourmenté, feront-elles connaître des localités restées inaperçues où ces relations seront mises en évidence, mais il est peu probable que la formation, prise dans son ensemble; y soit jamais représentée avec le développement et la continuité que nous lui avons vus dans les provinces vénitiennes et mieux encore sur les versants ouest et nord-ouest des Alpes, en France, en Suisse et en Savoie. Cette grande différence résulte sans doute de la disposition beaucoup plus accidentée et plus découpée du sol sur ce versant nord pendant l'ère des dépôts crétacés.

CHAPITRE V.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA TURQUIE D'EUROPE, DE LA GRÈCE ET DES ILES VOISINES.

§ 1. Turquie d'Europe.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la formation crétacée de l'Autriche n'a pas encore offert de dépôts bien authentiques sur la rive droite du Danube, au delà de la vallée de la Leytha, et les grands bassins de la Save et de la Drave paraissent en être dépourvus. C'est dans les Alpes dinariques que se retrouve sans doute le prolongement de ceux des Alpes juliennes et de l'Istrie, et nous savons, d'après M. F. Lanza, que dans la Dalmatie les calcaires à Hippurites sont très développés, mais, jusqu'à présent, leur étude reste entièrement à faire. Si nous descendons au S.-E., dans les provinces occidentales de l'empire turc, nous les verrons acquérir certainement un développement considérable; mais, par suite du voisinage plus ou moins immédiat des dépôts nummulitiques, il n'est pas encore possible d'assigner les limites respectives des deux formations (*anté*, vol. III, p. 169). On pourra donc trouver dans ce que nous allons dire d'abord une sorte de répétition des détails que nous avons donnés, et ensuite remarquer que nous plaçons dans la craie certaines couches qui peuvent bien être tertiaires, et réciproquement. C'est, comme nous l'avons dit aussi, aux voyages de M. A. Boué et de M. Viquesnel que sont dues la plupart des données que nous possédons sur cette partie de l'Europe, et on leur a de grandes obligations pour avoir ainsi jalonné géologiquement un pays où les recherches, fort difficiles à beaucoup d'égards, n'avaient encore été tentées pour ainsi dire par personne (1).

(1) Nous citerons cependant, d'après M. Boué : Un essai de carte géologique de la Valachie et de la Moldavie, par M. Lisel (*Gornoï Journ.*, 1834, n° 9, 10); — Des coupes et plans des mines de sel d'Okana, etc., par le même (*Ib.*, 1835, n° 1 et 2); — Un résumé fait par M. Boué lui-même (*Zeitsch. f. Min.*, 1828, p. 283); — Notice sur les Balkans, par M. de Hauslab (*Bull.*, vol. III, p. 97); — *Journ. of a visit to Constantinople, and some of the greek islands*, par J. Auldjo. In-8 avec pl. Londres, 1835. — D'autres ouvrages

Observations de M. Boué.

Le système crétacé des Alpes et de l'Europe méridionale occupe en Turquie, suivant M. Boué (1), une vaste étendue. Les variétés et les nombreuses modifications qu'offre cette immense série de dépôts arénacés et calcaires ont dû contribuer à l'y faire méconnaître, mais l'auteur croit pouvoir y distinguer actuellement diverses masses arénacées avec quelques calcaires subordonnés, des assises essentiellement calcaires et caractérisées par des Hippurites, puis des assises remplies de Nummulites. Bien que ces diverses roches semblent se suivre dans un ordre déterminé, et que les schistes cristallins ou semi-cristallins supportent sans intermédiaire les dépôts à Hippurites, M. Boué ne paraît pas être aussi certain de la superposition constante des roches nummulitiques à ces derniers; mais nous ne pouvons attribuer cette incertitude du savant géologue viennois qu'à l'état même de cette partie de la science lorsqu'il écrivait. On a vu que depuis, en Turquie comme ailleurs, les doutes devaient cesser devant cette immense quantité de faits positifs qui établissent la séparation des deux systèmes de couches et leur position relative.

« Dans le centre de la Turquie, la formation crétacée occuperait » le milieu de la Servie et certaines parties de la Mœsie orientale, » surtout entre Pirot, Kostendil et Doubnitza. Faudra-t-il en dé- » tacher par la suite les roches de la Mœsie pour en faire un équi- » valent du groupe néocomien? C'est ce que décideront les futurs » explorateurs. Le Balkan, certaines montagnes du Pinde et de la » Transylvanie en seraient en grande partie formés, tandis que la » Bosnie et la Croatie offriraient le grand groupe hippuritique dans » son développement le plus étendu et seraient séparées du précé- » dent par des alternats arénacés et calcaires, occupant surtout » beaucoup de place sur les deux rives de la Drina, au-dessus de » Goresda. Il formerait une partie des montagnes du sud-est de la » Servie, de la Bulgarie occidentale, et disparaîtrait presque dans le » Balkan, en constituant au contraire d'énormes masses dans la » chaîne Valaquo-Transylvaine. Ce groupe existerait aussi dans le

---

plus particulièrement géographiques et pittoresques, sont: le *Voyage en Grèce*, de Pouqueville; — *Reisen durch Rumelien und nach Brussa*, par A. Grisebach, 2 vol. in-8, Gœttingen, 1841; — *Travels in northern Greece*, par le colonel Leake, 4 vol. in-8, 1835; — *Albanien, Rumelien und die œsterreichische Montenegrischs Gruenze*, par J.-P. Müller, etc., in-8, Prague, 1844.

(1) *La Turquie d'Europe*, vol. I, p. 235; 1840.

» sud-ouest de la Macédoine, le Pinde, autour du lac d'Ochrida,
» sur le Drin noir et dans le pays des Myrdites. »

Passant ensuite à la description du système crétacé de la Turquie orientale, M. Boué nous présente le Balkan comme la contre-partie de la chaîne valaque transylvaine. Dans l'une et l'autre, les dépôts crétacés inférieurs s'appuient sur les schistes cristallins. La chaîne valaque transylvaine offre une masse énorme de calcaires à rudistes et à Nummulites, tandis que dans le Balkan leur épaisseur est moindre et les roches arénacées y dominent comme dans les Carpathes. La Bulgarie montre encore, indépendamment des assises inférieures, les couches supérieures de la formation, telles qu'on les connaît dans la zone moyenne de l'Europe.

Sous le nom de *système crétacé inférieur*, le savant voyageur réunit les roches arénacées du Balkan, l'Hœmus des anciens, qui sont des grès micacés, à pâte plus ou moins calcaire, feuilletés, gris ou blanchâtres, ou des grès plus ou moins grossiers, blancs ou jaunes, rarement mélangés de points verts, puis des argiles marneuses grises, noires ou bleuâtres, plus ou moins feuilletées. On y trouve subordonnés des poudingues avec des fragments de roches schisteuses cristallines et d'autres roches anciennes, et il y a des calcaires compactes noirs constituant de grands massifs, des crêtes fort élevées, des escarpements, des défilés ou des gorges étroites et profondes. Les traces de corps organisés sont rares dans les assises marneuses et arénacées, et l'auteur n'y signale que des Fucoïdes. Les calcaires renferment des Térébratules, des Peignes, des Orbitolites, des Huîtres, des échinodermes, des Plagiostomes, des Natices, des Serpules, etc. Les localités où les assises inférieures peuvent être le mieux étudiées sont le Balkan d'Islivné et les bords du petit Isker depuis Etropol. Les assises moyenne et supérieure se voient particulièrement dans les défilés d'Osma, sur les bords du Rousita, au nord de Gabrova et dans le Balkan oriental. Ce système de couches donne aux crêtes de l'Hœmus la forme d'un toit incliné au N., et qui manque de contre-forts au S. Après avoir donné un grand nombre de coupes de cette chaîne en se dirigeant de l'O. à l'E., M. Boué fait voir que la direction des couches du Balkan oriental est N.-O., S.-E., et leur plongement au N.-E.

(P. 253). Le système crétacé supérieur désigné sous le nom de *craie verte* et *blanche* forme de vastes plateaux dans la Bulgarie orientale, ou bien des coteaux à sommet aplati. Sa limite méridionale est le cours du Kamtschik, la plaine au sud de Schoumla, la

chaîne au sud-ouest d'Eski-Djoumaa et de Tirnava. Il disparaît l'O. sous les dépôts tertiaires des bords du Danube et de la Valachie. Il se compose, comme dans l'ouest de l'Europe, d'assises inférieures arénacées, de calcaires à grains verts et d'assises supérieures de craie grossière ou à grain fin avec des silex en rognons et en filons (Schoumla), accompagnés de quelques Bélemnites (Koubadin). C'est particulièrement aux environs de Schoumla que les couches inférieures sont bien développées. La colline qui porte la citadelle au nord de la ville présente de bas en haut : 1° des calcaires crayeux avec des silex noirs et jaunes ; 2° un calcaire semblable avec des points verts ; 3° un sable et un grès vert peu solide ; 4° un calcaire très coquillier, poreux, exploité en grand pour pierres de construction. Il renferme des Térébratules lisses et striées, l'*Ostrea vesicularis*, des *Pecten*, *Lima*, *Nerinea*, avec d'autres gastéropodes, des échinodermes et des polypiers. Une craie grossière avec silex recouvre ce calcaire.

Lorsqu'on monte la colline située au midi de Schoumla, on trouve successivement : 1° craie grossière ; 2° sable et grès à points verts ; 3 craie blanche ; 4° grès calcaire avec *Exogyra columba*, Gold. ; 5° sable quartzeux et grès coquilliers avec des lits subordonnés remplis de Pectoncles, Vénus, Cucullées, Huîtres, Inocérames, Galérites et polypiers ; 6° grès calcaires avec de petites Exogyres (*E. auricularis?*) ; 7° craie compacte ; 8° craie grossière avec Huîtres et Exogyres voisines des précédentes, Cucullées, Vénus, Lucines, etc. ; 9° craie compacte, grenue ou poreuse avec *Ostrea vesicularis*, Lam., *Inoceramus mytiloides*, Mant., *Pecten quinquecostatus*, Sow., *Terebratula octoplicata*, id., *T. lata*, id., *T.* voisine de l'*obesa*, id., des échinodermes et des dents de Squales. Ce calcaire, exploité comme celui de la colline précédente, plonge de 10° à 15° au S. avec tout le système dont il fait partie.

Dans la Turquie occidentale et centrale, les assises crayeuses arénacées sont composées de grès plus ou moins fins ou grossiers, comme ceux des Carpathes et de la Transylvanie. Ils ressemblent à des grauwackes et sont souvent calcarifères (environs de Roudnik, en Servie). Ils passent à des grès très fins, argileux, puis à des schistes arénacés affectant parfois l'aspect de l'ardoise. Des calcaires coquilliers ou quartzifères y sont subordonnés. Dans le vallon de Dratscha, à l'ouest-nord-ouest de Kragoujevatz, un calcaire compacte, gris-bleuâtre, rougeâtre ou brunâtre, partiellement schisteux, renferme des crinoïdes, des Caryophyllies, des Astrées, des *Fungia*,

des Cyclolites, des Hippurites, des Orbitolites (*O. conica*, D'Arch.), des Huîtres, des Nérinées et des Ananchytes. Cette puissante assise calcaire court N.-N.-E., S.-S.-O., et plonge à l'O.-N.-O., comme les schistes arénacés voisins, auxquels elle se lie. Dans le voisinage des serpentines et des roches feldspathiques amphiboliques, ces mêmes dépôts ressemblent encore à des roches de transition ou à des schistes cristallins anciens. Tels sont les schistes du mont Avala, ceux de Visoka, les grès des monts Schtouratz et les roches du Kopaonik. Toutes ces modifications sont analogues à celles que nous rencontrerons dans le sud-ouest de la Transylvanie.

Après avoir décrit les modifications de ce système dans les chaînes orientales de la Servie et de la Mœsie supérieure, M. Boué fait remarquer que les couches à Hippurites et à Nummulites forment en Turquie une série de vallées parallèles, souvent sans cours d'eau, comparables à ce que l'on observe dans le Jura suisse et français. Les cavernes y sont fréquentes, mais il est rare que l'on y trouve des puits naturels. Excepté dans le Balkan, la direction des vallées est du N.-O. au S.-E. Les assises à Hippurites constituent des crêtes allongées, tantôt à sommet arrondi, tantôt hérissées de pics et de pyramides élancées. Comme dans le groupe nummulitique, la direction des couches est parallèle à celle de la chaîne, mais les inclinaisons sont très variées.

Lorsque les calcaires crétacés s'élèvent en montagnes, on les voit souvent alterner avec des grès gris et des argiles schisteuses, ou bien avec des schistes d'apparence fort ancienne. Les assises arénacées occupent surtout les vallées, les cols et certaines pentes ; les calcaires des buttes, des séries de crêtes découpées, ou des montagnes plus ou moins considérables. Cette distribution des roches, en rapport avec les accidents du sol, donne au paysage de la Bosnie beaucoup de charme et de variété. Les forêts et les prairies occupent une grande partie des surfaces formées par les grès et les argiles, tandis que les calcaires présentent des saillies ou des escarpements rocheux et abruptes, ou bien supportent les prairies sub-alpines. Tous les vieux châteaux de la Bosnie, de l'Herzegowine et de l'Albanie couronnent de leurs créneaux en ruines ces roches calcaires où sont aussi creusés les défilés les plus étroits et de l'aspect le plus sauvage.

Autour de Novibazar, les grès sont remplacés par un calcaire compacte, gris, avec des rudistes, parmi lesquels l'auteur a cru reconnaître les *Hippurites cornu-pastoris*, Des Moul., *H. Fortisii* et *cornu-vaccinium*, Bronn. Dans le nord-ouest de la Bosnie, ces

mêmes calcaires se retrouvent entre Travnik, Brod et Novi. A Vitolia, entre Vlasitch et l'Ougra, on remarque des marnes schisteuses, des calcaires avec des Hippurites, des Orbitolites, des polypiers, puis des calcaires blancs à Nérinées. Entre Skender-Vakoub et le mont Tisovatz, près de Vartsche, ce sont des alternats de marnes, de calcaires et de brèches à Hippurites.

En Turquie, de même que dans d'autres pays, les dépôts crétacés renferment d'énormes masses de dolomie et de calcaires fendillés, en partie magnésiens. Comme dans le Tyrol méridional, ces derniers se trouvent entre les dolomies et les calcaires compactes. Les cargnieules et les amas de gypse sont au contraire des accidents rares dans cette partie orientale de l'Europe. Les dolomies et les calcaires magnésiens constituent une série de pics et de cimes élevées, depuis le Radouscha et le Vranatz jusque sur le Drin, en Albanie. Un grand dépôt de gypse cristallin avec des argiles calcarifères grises se trouve à Isaischitza, au milieu des calcaires crétacés, disposition que nous retrouverons fréquemment dans le nord de l'Afrique. Ce gisement donne lieu à une exploitation considérable, la seule de ce genre qu'il y ait en Turquie. Les dolomies, qui forment la plus haute chaîne crétacée de ce pays, ne sont recouvertes par aucun dépôt et paraissent renfermer des masses de roches dioritiques ou feldspathiques verdâtres. A côté de ces roches magnésiennes, en massifs énormes, assez fortement inclinés ou sans stratification apparente, on remarque, à la place des grès et des schistes gris ordinaires, des roches rouges, des agglomérats grossiers, rouges, des schistes verdâtres ou rougeâtres qui prennent de plus un aspect lustré ou satiné particulier (crêtes entre la Soutschesa et la Drina, entre Cognitza et Tarschin).

M. Boué passe ensuite à l'examen du même ensemble de couches dans le sud-est de la Bosnie, dans l'Albanie, la Thessalie et le Monténégro, pour arriver au groupe nummulitique des bords de l'Adriatique, qui est beaucoup plus simple que le système à Hippurites dont nous venons de parler, et qui, vu en grand, est comparable à ce que l'on observe dans la Dalmatie, la Croatie autrichienne, la Carniole et la Carinthie d'une part, et dans la Hongrie de l'autre.

Mémoires de M. Viquesnel.

Si nous revenons actuellement sur ces diverses parties de la Turquie d'Europe, en suivant les Itinéraires et les Cartes géologiques, publiés par M. A. Viquesnel, nous verrons d'abord que la formation crétacée occupe les trois quarts de la surface comprise dans la carte

de la Servie et de l'Albanie (1). En Servie, elle se compose de schistes argileux, de grès et de calcaires compactes ou argileux subordonnés. En Bosnie et en Albanie, les schistes et les roches arénacées forment la partie inférieure du système, et ne se montrent, en général, qu'à la base des montagnes. Plus haut, les calcaires prédominent et constituent les cimes les plus élevées. Dans la chaîne du Kom et du Dormitor, la plus haute du pays, et dont le prolongement méridional se retrouve dans les pitons dolomitiques de Proklêtia, de Schalia, de Boga et de Schkrel, les calcaires passent à des dolomies. L'auteur, après avoir exposé les caractères pétrographiques des roches et rappelé la présence des fossiles dont nous avons parlé, pense que la craie blanche n'a point ici de représentant. A Gouzinée, les calcaires à Hippurites reposent en stratification concordante sur le schiste talqueux, et, ailleurs, des calschistes établissent un passage des schistes au calcaire, de sorte qu'on peut regarder une partie des roches, classées auparavant dans le terrain de transition, comme pouvant appartenir à la craie inférieure. Celle-ci constitue, d'ailleurs, tous les accidents du sol situés à l'ouest et au nord des montagnes anciennes de la Servie et de la Mœsie supérieure.

Les relations que nous venons d'indiquer entre les schistes rouges, les conglomérats et les calcaires, s'observent encore autour de Kastoria (2), où ces roches sont la continuation des couches à rudistes du Pinde signalées par Pouqueville. Ces calcaires de Castoria se retrouvent sur la rive orientale du lac, formant, au sud de Vodenitza et de Bombolié, les escarpements de la vallée de Partzélista ; ils se lient au gneiss talqueux avec cristaux d'actinote de Vlasko-Klisoura par des couches alternantes de talcschistes, de schiste argileux et de grès à ciment argileux. Dans le vallon de Kotschêna, près du lac d'Ostrovo, le calcaire, accompagné de couches dolomitiques, repose sur le talcschiste. On a vu qu'il y avait des Hippurites à Ostrovo et à Télovo, de sorte que l'existence de la formation crétacée dans cette partie de la Macédoine est bien établie. Quant à sa

(1) *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. V, p. 35, pl. 19, 1842).— *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 427 ; 1847.

(2) *Bull.*, vol. XIV, p. 289 ; 1843. — *Journ. d'un voy. dans la Turquie d'Europe*, 2ᵉ partie, carte géologique de la Macédoine, d'une partie de l'Albanie, de l'Épire et de la Thessalie (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 260, pl. 9 ; 1846).

limite inférieure, ce qui précède montre que des observations suffisantes manquent encore pour l'établir avec quelque certitude.

Le système qui nous occupe, dit plus loin M. Viquesnel (p. 288), comprend l'Albanie supérieure et moyenne, l'Épire, la Thessalie occidentale et la partie de la Macédoine limitée, d'un côté, par l'extrémité septentrionale de la chaîne de l'Olympe, de l'autre, par les montagnes de Kastoria, du Nidjé et du Janitza. Au nord de Doubnitza et de Ghioustendil, il existe un petit massif qui en fait partie, et est séparé du précédent par toute la largeur des montagnes anciennes de la haute Mœsie. Enclavé au milieu des schistes cristallins, il se rattache vers le N. au grand massif crétacé de la Bulgarie. Le calcaire à rudistes observé en Albanie, dans les montagnes situées à l'est du lac de Skoutari, borde la vallée de l'Hismo, et se prolonge vers le S.-S.-E. jusque dans le Pinde. A l'ouest de cette large bande règne le groupe nummulitique qui constitue une partie de l'Albanie moyenne et de l'Épire (*antè*, vol. III, p. 172).

Les couches crétacées à rudistes courent généralement N. 37° O. dans les environs de Kastoria, et N. 83° O. dans le mont Cognavo, au nord-est de Ghioustendil. Les dépôts nummulitiques suivraient, au contraire, une direction N. 15° à 25° O., dans l'Épire et les îles Ioniennes.

Enfin, Hommaire de Hell (1), dans une coupe prise sur le bord de la mer Noire près de Kila, 2 lieues à l'ouest des îles Cyanées, a montré l'intercalation de roches pyroxéniques, analogues à celles de ces îles, dans des grès jaunâtres composés de grains de quartz, de cristaux roulés de feldspath, souvent à l'état de kaolin, réunis par un ciment marneux. Dans ces grès, ainsi disloqués par les roches ignées, nous avons reconnu le *Pecten quadricostatus*, parfaitement identique avec les individus qui caractérisent la craie tuffeau supérieure dans l'ouest de l'Europe, et une Exogyre, peut-être l'*E. plicata*, Gold., mais dans un trop mauvais état de conservation pour pouvoir être rigoureusement déterminée.

§ 2. Grèce et îles voisines.

Nous n'avons pu qu'indiquer (*antè*, vol. III, p. 174) l'existence du groupe nummulitique dans la Morée, sa séparation d'avec la formation crétacée n'ayant pas été tracée par MM. Boblaye et Virlet,

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 504; 1850 (notice de M. Viquesnel).

et nous avons remis à traiter du tout ensemble, comme l'ont fait ces géologues, lorsque nous nous occuperions du plus ancien de ces systèmes. Les divisions qu'ils ont établies étant principalement basées sur les caractères orographiques de l'ancienne presqu'île du Péloponnèse, et sur la direction des couches qui constituent le réseau assez compliqué de ses divers chaînons montagneux, nous serions difficilement compris du lecteur, si nous ne commencions par exposer en peu de mots le relief général de la Grèce et les soulèvements que MM. Boblaye et Virlet y ont reconnus (1). Ce que nous avons dit des dépôts tertiaires (*antè*, vol. II, p. 293) et des roches ignées (*ib.*, vol. III, p. 449) facilitera l'intelligence des détails de géographie physique dans lesquels nous allons entrer, et qui nous ont paru offrir un intérêt réel.

Orographie et soulèvements de la Grèce.

Quoique le cap Ténare, situé à la pointe méridionale de la Morée, se trouve sur le même méridien que le cap Nord et le cap de Bonne-Espérance, ce n'est pas le phénomène qui l'a dessiné qui a donné à l'orographie de la Grèce ses principaux caractères. Ceux-ci sont dus à des systèmes de fractures dirigés N.-O. et N.-N.-O., croisés par d'autres presque E., O.

Le système de soulèvement N.-N.-O. a tracé les côtes orientales et occidentales de la Morée et projeté vers le S. les trois grands appendices terminés par les caps Gallo (Acritas), Matapan (Ténare), et Mélée (Melea). Ce même système et celui du N.-O. ont dessiné les rivages de l'Adriatique avec les côtes de l'île d'Eubée et de la Thessalie, tandis que la direction des chaînes dans le sens des parallèles a contribué à former la vallée du Danube, les Balkans, les montagnes de l'Achaïe et la profonde coupure du golfe de Corinthe.

De cette disposition résultent la forme en quadrilatère oblique du Péloponnèse, son abaissement graduel du N. au S. et la profondeur de ses golfes méridionaux. Le morcellement du rivage de la Grèce et la multitude des hautes îles dont ses mers sont parsemées sont encore un des traits caractéristiques de ce pays. Cette distribution provient des brisures qu'ont éprouvées les couches suivant des directions variées et dont les points de rencontre ou de croise-

(1) *Géologie et minéralogie de l'expédition scientifique de Morée*, p. 27, in-4, atlas in-fol. de cartes, coupes et pl. de fossiles. Paris, 1833. — Voyez aussi : *Reise durch alle Theile*, etc., Voyage à travers toutes les parties du royaume de la Grèce fait par ordre du gouvernement grec, de 1834 à 1837, par K.-G. Fiedler. 2 vol. in-8, avec cartes. Leipzig, 1840-41.

ment ont formé les sommets des îles de l'Archipel, puis de l'apparition, dans tout le bassin actuel de la Méditerranée, de nombreux foyers volcaniques, distribués avec l'irrégularité apparente des volcans de l'Océanie. En outre, la différence qu'offrent les massifs du Péloponnèse et de la Grèce continentale avec les sommets isolés de l'Archipel doit résulter du soulèvement uniforme et sans dislocation qui a porté le terrain tertiaire à 200 et 300 mètres d'altitude, sur toute la bordure du continent, rattachant ainsi au-dessus du niveau des mers les parties brisées par les soulèvements antérieurs. Dans les îles, au contraire, l'absence de dépôts tertiaires et la moindre élévation du niveau absolu des sommets prouve que le même phénomène ne s'y est pas produit.

MM. Boblaye et Virlet divisent les montagnes de la Grèce en un certain nombre de *systèmes* fondés sur leur direction et leur stratification, et ils désignent chacun d'eux par le nom de la montagne ou de la chaîne la plus connue qui en fait partie. On peut remarquer ici que les dénominations des plus importants de ces systèmes sont empruntées à des chaînes que les auteurs n'avaient pas observées directement et dont l'orographie et surtout la géologie étaient alors très imparfaitement connues.

Le *premier système* de montagnes, regardé comme le plus ancien de la Grèce, est le *système olympique*, ainsi nommé du mont Olympe, situé au centre de sa principale ligne de faîte. Sa direction en Grèce, comptée sur le méridien de Corinthe, serait N. 42° à 45° O., ne différant ainsi que de 2° à 3° de celle que M. Élie de Beaumont (1) avait assigné au système du Morvan et du Böhmerwald qui sépare le trias du lias. Ces formations n'étant pas distinctes en Grèce, on n'en peut rien conclure sur l'identité des deux systèmes. On peut remarquer seulement que l'axe central du système de l'Olympe, dans l'Eubée et dans les îles placées sur son prolongement, est formé de roches granitoïdes et de roches schisteuses anciennes, que ce soulèvement n'a dérangé que les roches les plus basses de la série et que ses traces ont été presque détruites en Morée par les soulèvements postérieurs, circonstances propres à justifier l'opinion, qu'il est en effet le plus ancien de cette partie de l'Europe.

---

(1) On ne doit pas perdre de vue que toutes les allusions faites ici aux systèmes de soulèvements établis par M. Élie de Beaumont se rapportent aux premiers travaux de ce savant, et non à ceux qu'il a publiés depuis sur le même sujet.

Le *second système*, dirigé N. 24° à 25° O., emprunte son nom à la chaîne du Pinde. Il forme le principal relief de la Grèce et fut modifié plus tard par le système dirigé N., S. Quoique différant assez par sa direction de celui du mont Viso, MM. Boblaye et Virlet pensent que les époques de soulèvement sont les mêmes, le *système pindique* ayant redressé tout le terrain secondaire, les grès verts avec leurs poudingues à ciment siliceux et les calcaires blancs rapportés à la craie inférieure. Dans la Grèce continentale la chaîne du Pinde, axe principal de ce système, court de l'extrémité nord de l'Albanie vers Novi-Bazar, jusqu'à Lépante, et se prolonge dans la Morée par les montagnes de l'Arcadie et la chaîne du Taygète jusqu'au cap Matapan, l'extrémité la plus méridionale de l'Europe. En Morée on observe d'autres rides parallèles qui sont, d'un côté, la chaîne messénique et, de l'autre, la chaîne monembasique ou du Malevos, laquelle s'étendant du cap Malée jusqu'au Ziria, dessine la côte orientale de la presqu'île.

Le *système achaïque* résulte d'une révolution postérieure à celui du Pinde et qui semble encore avoir eu lieu entre le dépôt de la craie et celui du terrain tertiaire. Il y a tracé de nouveaux rivages, et la chaîne de l'Achaïe est son relief le plus prononcé. Dirigé N. 59° à 60° O., il ne diffère que de 1° à 2° de l'angle que fait avec le méridien de la Grèce le prolongement des Pyrénées, dont le soulèvement a été placé par M. Élie de Beaumont entre la *formation crétacée supérieure* et la formation tertiaire inférieure. Quoique suivant MM. Boblaye et Virlet l'une et l'autre manquent en Morée, ce que nous ne pensons pas, ils n'en regardent pas moins les deux phénomènes comme contemporains. Outre la chaîne achaïque qui, du mont Voïdia s'étend au mont Ziria, il existe un certain nombre d'autres petites chaînes qui dépendent de ce troisième système.

Le *quatrième*, celui de l'*Érymanthe*, dirigé N. 68° à 70° E., a laissé dans la Morée encore moins de traces que le précédent. Son soulèvement aurait eu lieu entre le dépôt des gompholites et la formation tertiaire supérieure (*antè*, vol. II, p. 893), opinion émise d'ailleurs avec doute. La direction de ce système s'observe dans la vallée et la haute chaîne qui lui donnent leur nom, puis dans un assez grand nombre de chaînons secondaires. Dans les rides montagneuses comprises entre le lac Stymphale et la plaine de Phlionte les couches inclinées de gompholites courent parallèlement aux faîtes du Gavrias et du Vizitza. La formation tertiaire supérieure

est restée horizontale et à un niveau plus élevé dans le voisinage de ce système. Peut-être aussi l'apparition de quelque trachyte vient-elle coïncider avec cette direction.

Le *système argolique* se compose d'une multitude de petits chaînons dont les arêtes élevées sont très prononcées, mais en général peu étendues. Il sillonne particulièrement la péninsule argolique et la côte de l'Achaïe. Sa direction est toujours rapprochée de la ligne E., O., celle qui domine étant E. 4° S., c'est-à-dire celle des monts Géraniens dans l'isthme entre Corinthe et Mégare. Peut-être ce système se rapprocherait-il de celui des Alpes principales, et, en effet, il est postérieur aux dépôts sub-apennins et a rompu au col San-Nicolo une ligne de trous de Lithodomes dans le terrain tertiaire et dans la craie, de telle sorte que cette ligne, ou le niveau qu'elle représente, s'est abaissée au sud de Modon et au nord de Navarin. Il y aurait ainsi en Grèce trois lignes de fractures peu éloignées de la direction E., O.; néanmoins, dans tout le Péloponnèse, il n'y a que peu de localités où le terrain tertiaire supérieur ait éprouvé des dérangements dans cette direction. L'effet du dernier soulèvement des Alpes se serait-il borné ici à un soulèvement horizontal du sol, et les grandes fractures de la côte de l'Achaïe et de Mégaride, dirigées E., O., appartiendraient-elles à une période antérieure? C'est ce qu'il serait encore difficile de préciser, mais ce qui paraît plus certain, c'est le relèvement des poudingues jusqu'à 1800 mètres, sur tout le versant de l'Achaïe, dans une direction E., O., et la position horizontale des couches tertiaires supérieures au pied des plus grands escarpements dus à ce système.

Le *sixième système* a pour type les montagnes qui sur le prolongement du Taygète sont appelées Magne, et qui se terminent au cap Matapan ou Ténare. Sa direction générale N. 4° à 5° O. est marquée, dans la Laconie, par plusieurs fractures avec de grandes failles, et c'est à peu près celle qui a été assignée au système de soulèvement de la Corse et de la Sardaigne, placé entre les dépôts tertiaires inférieurs et moyens. Mais le *système du Ténare* serait beaucoup plus récent que celui-ci et postérieur aux dernières couches sub-apennines. Il a occasionné des failles d'une grande hauteur plutôt que des redressements, et c'est plus tard que se sont déposées les grandes nappes d'alluvion appuyées contre les escarpements dirigés N., S. des strates tertiaires de Gargaliano en Messénie et de Lebetsova en Laconie. Il y aurait eu ainsi en Grèce deux systèmes de dislocations très voisins de la direction N., S. : l'un,

appuyant un peu à l'E. et représenté en Morée par les chaînes du Santa-Méri, correspondrait exactement au système de la Corse et de la Sardaigne ; l'autre, appuyant au contraire de 4° à 5° à l'O., serait plus récent.

Le *système dardanique*, dirigé N. 40° E., peut être reconnu dans la fente qui a donné naissance à la partie sud des Dardanelles; il a relevé les calcaires lacustres d'Hiliodroma et la plupart des petites îles de l'archipel du Diable ; on retrouverait cette direction dans la chaîne du Bigha qui s'étend de la Troade à la mer de Marmara, parallèlement à l'ouverture des Dardanelles, etc. Le rapprochement de cette direction de celle du soulèvement des Alpes occidentales qui a séparé le terrain tertiaire moyen du supérieur n'implique pas nécessairement la contemporanéité des phénomènes, et leur parallélisme supposé serait en contradiction avec les données paléontologiques que l'on possède aujourd'hui, comme avec celles que les auteurs ont eux-mêmes fournies. Nous avons vu de plus que tout concourait à placer la rupture du Bosphore de Thrace et l'émersion des dépôts récents des côtes des Dardanelles vers la fin de l'époque quaternaire (*antè*, vol. II, p. 913 et 931).

Le soulèvement en masse du terrain tertiaire supérieur semble prouvé par la position actuelle de ce dernier, à 200 et 250 mètres au-dessus de la mer, sur tout le périmètre du Péloponnèse, et sans que, dans le plus grand nombre des cas, son horizontalité première ait été altérée. Les dépôts tertiaires supérieurs manquent cependant le long des côtes de l'Argolide et d'Argos à Monembasie. D'après l'examen des terrasses horizontales qui suivent les rivages de la Grèce, ce soulèvement ne se serait pas produit en une seule fois, mais résulterait de plusieurs élévations partielles. L'émersion d'un grès blanc calcaire sur la côte de la Laconie paraît être le résultat d'un des derniers mouvements du sol.

Les accumulations quaternaires sur ces mêmes rivages comblent jusqu'à un niveau élevé les vallées qui aboutissent à la mer, et se terminent souvent sur le littoral par des falaises abruptes dans lesquelles les torrents actuels ont creusé leur lit. Cette disposition ne peut avoir été produite que par le soulèvement en masse du continent. Les grandes nappes de dépôts alluviens qu'on observe sur le rivage, entre Corinthe et Sicyone, et celle de la côte de Messénie, élevées de 30 à 40 mètres au-dessus de la mer, doivent leur position actuelle à ce dernier soulèvement et résultent du déblai des vallées. Ces faits, que nous avions involontairement omis (*antè*,

vol. II, p. 294), se rattachent donc à l'époque quaternaire, telle que nous l'avons caractérisée.

Enfin MM. Boblaye et Virlet signalent encore des soulèvements à peu près circulaires dont l'exemple principal est le mont Ziria. Son sommet arrondi, qui atteint 2400 mètres d'altitude, est entouré, sur les deux tiers de sa circonférence, par une double vallée circulaire. Le mont Voïdia offre aussi vers le golfe de Lépante une large base en demi-cercle. Ces deux soulèvements, qui ont affecté les poudingues tertiaires, paraissent coïncider avec la première apparition des trachytes. Les massifs trachytiques d'Égine, de Méthana, de Belo Poulo au Kaïmeni, de Milo, de Polyno, des îles Christiania, de Polycandros, etc. (*antè*, vol. III, p. 450), doivent être regardés comme des formes de même nature et peut-être de même origine.

Morée. Terrain secondaire.

Si nous passons actuellement à l'examen du terrain secondaire tel que l'ont compris les auteurs de la *Géologie de la Morée*, nous verrons qu'après avoir décrit sous le nom de *marbre siliceux* un ensemble de couches que ses caractères leur ont fait placer dans le *terrain primaire*, ils n'ont plus distingué, par les considérations stratigraphiques, qu'un énorme système composé de plusieurs séries de calcaires compactes, de marnes et de grès qu'ils ont rapportés à la *craie* et au *grès vert*. Cette *formation*, pour nous servir de l'expression des auteurs, comprendrait plus des trois quarts de la surface du Péloponnèse et y représenterait à elle seule tout le terrain secondaire. Ses caractères minéralogiques sont tellement différents de ceux de la formation crétacée du nord et du nord-ouest de l'Europe qu'il eût été facile de la méconnaître, surtout à l'époque des études de MM. Boblaye et Virlet, alors qu'on était encore peu familiarisé avec les modifications des roches sédimentaires dans les régions les plus accidentées du sol.

De même que la Turquie d'Europe, la Grèce n'a pas encore offert de traces authentiques de la série jurassique, et l'association des Hippurites avec des corps regardés sans doute à tort comme des Nummulites, dans la partie inférieure des couches secondaires, qui, en Morée, sont des calcaires compactes, a fait placer ceux-ci dans la formation crétacée. Ce grand système, disent les auteurs, commençant par des calcaires noirs à Nummulites et à Radiolites et finissant par des calcaires blancs également avec des Nummulites et des Hippurites, représenterait la *craie inférieure* et se subdivise en trois étages. Ceux-ci comprennent cinq associations ou groupes de *roches* que nous désignerons sous le nom d'*assises* pour éviter la

confusion qu'occasionnerait le mot *groupe* employé dans un sens très différent de celui que nous lui avons attribué. L'*étage inférieur* renferme des marnes, des calcaires noirs avec des Nummulites, des Dicérates et des Radiolites ; l'*étage moyen* se divise en deux assises, le *premier grès vert* et la grande série des calcaires compactes lithographiques ; l'*étage supérieur*, divisé aussi en deux, comprend le *second grès vert* et les calcaires blancs compactes avec des Nummulites et des Hippurites. Nous dirons quelques mots de chacun de ces étages, en faisant remarquer que, suivant toute probabilité, les auteurs ont d'une part pris des Orbitolites pour des Nummulites et de l'autre associé à tort des couches nummulitiques avec des strates qui renfermaient des Hippurites. Cette dernière méprise est d'autant plus naturelle que nous avons vu, dans un grand nombre des cas, la concordance parfaite des sédiments crétacés et tertiaires inférieurs. De plus, ceux-ci dans les régions montagneuses prennent les caractères de roches fort anciennes, et si l'on ne se guide que sur la stratification on réunit nécessairement le tout. Nous avons d'ailleurs constaté l'existence de la *Nummulites Ramondi*, Defr., et de la *N. complanata*, Lam. ? dans les calcaires compactes et gris foncé que MM. Boblaye et Virlet avaient rapportés de leurs voyages.

L'*étage inférieur*, d'environ 200 mètres d'épaisseur, renferme des calcaires bleus et noirs, compactes ou sub-saccharoïdes et des marnes noires et bleues, schisteuses et micacées. Il repose immédiatement sur la grauwacke et les schistes anciens. La plaine de Tripolitza, entourée par ces calcaires, est l'un des points où ils ont été particulièrement mis à découvert. La haute Arcadie présente, vers le Ziria, un autre centre de soulèvement qui les a également mis au jour, mais au lieu d'y former une plaine profonde et fermée, résultat du croisement de plusieurs systèmes de soulèvement, ils entourent d'une ceinture à peu près circulaire le mont Ziria, produit par un soulèvement central. Son altitude est de 2374 mètres, et il est composé de roches anciennes, tandis que les montagnes du second ordre qui l'environnent sont formées de calcaires bleus et noirs, lesquels, de même qu'au Mœnale, renferment des fossiles. Cet étage inférieur se serait déposé d'une manière assez uniforme et continue sur toute l'étendue de la Morée, mais il n'aurait été mis à découvert que sur un petit nombre de points par les différents systèmes de dislocation, tandis que partout ailleurs il est resté masqué par les étages plus récents. Ainsi dans la Messénie, excepté

à la base du Taygète, en Élide et dans l'Achaïe, on ne le voit nulle part venir au jour.

(P. 182). MM. Boblaye et Virlet rapportent aussi à la craie le conglomérat vert ophiolitique des environs de Nauplie, qui fait partie des calcaires compactes lithographiques, supérieurs aux calcaires bleus. La présence dans ces derniers de coquilles et surtout de Nérinées voisines de celles du coral-rag de la Lorraine ne leur semble pas s'opposer à ce rapprochement, mais les motifs qu'ils en donnent sont trop vagues pour que l'on puisse admettre, comme ils le font, le passage de ces espèces dans la formation crétacée et l'existence de dépôts lacustres assimilés à ceux du groupe wealdien, du nord-ouest de l'Europe (p. 176). Rien n'est moins concluant que le caractère des fossiles sur lesquels ils fondent cette analogie. *Ces nombreuses coquilles spirées, indéterminables, dont les unes pourraient être des Mélanies et les autres des Paludines mélangées de beaucoup de Madrépores* ne peuvent réellement pas être invoquées à l'appui de cette supposition. Ces géologues pensent en outre que la dislocation de ces calcaires bleus à Nummulites, auxquels ont succédé les grès verts inférieurs, date de la première apparition des ophiolites. La dislocation n'a pas d'ailleurs été générale et n'a pas modifié la faune préexistante, bien qu'elle marque pour la Grèce deux moments distincts dans la série de ses couches crétacées.

Étage moyen. Les roches ignées antérieures aux trachytes, étant presque toutes de teintes vertes, ont influé sur la couleur et la nature des roches arénacées dont elles ont fourni les éléments par leur altération et leur désagrégation. De là sont résultés les grès verts qu'on y observe. Dans l'ouest de la Morée, et surtout dans la Messénie, où les systèmes de soulèvement achaïque, de l'Érymanthe et argolique sont moins sensibles que dans la haute Arcadie et l'Argolide, l'étude des assises crétacées est plus facile que dans ces dernières provinces où les serpentines les ont pénétrées partout. MM. Boblaye et Virlet distinguent deux *grès verts*, l'un qui aurait immédiatement succédé aux calcaires bleus et noirs précédents, et qui est inférieur à tous les calcaires compactes lithographiques, l'autre qui est au contraire supérieur à ces mêmes calcaires et qui appartient à l'étage suivant.

Le premier grès vert, d'une teinte assez foncée, est tantôt solide, tantôt friable et composé de grains feldspathiques ou de jaspe vert paraissant en partie provenir des porphyres (ophites). Quelquefois c'est un conglomérat ophiolitique à grains fins. Ce grès se lie à des

jaspes rouges, bruns, verts, auxquels il passe et avec lesquels il alterne. Quelquefois, le jaspe domine et remplace tout à fait le grès. Ces jaspes ont été contournés, fendillés, et semblent avoir été hachés perpendiculairement aux plans des couches. Les jaspes se présentent aussi en rognons sphéroïdaux, à couches concentriques, souvent plus épais que le banc qui les renferme, et dont ils interrompent la régularité de stratification. Cette disposition paraît être en rapport avec le voisinage des serpentines. Les jaspes et les grès passent les uns aux autres par des argiles très siliceuses, rouges ou brunes, qui quelquefois prennent un assez grand développement.

Ce système arénacé occupe presque toujours le fond des vallées, et constitue la base des montagnes. Au-dessus viennent les *calcaires compactes* et *lithographiques*, ou calcaires marneux rouges, verts et schisteux à la base, puis des calcaires rouges compactes, des calcaires compactes gris, jaunâtres et blanchâtres, en bancs épais, avec des rognons de silex rouge, particulièrement développés sur le flanc oriental du Lycadimo et au sud de Coron; on remarque encore d'autres calcaires compactes jaunâtres, se divisant en dalles, des calcaires noirs et schisteux, des calcaires rouges, ferrugineux, etc.

(P. 190). *L'étage supérieur* comprend le second grès vert et des calcaires blancs compactes. Sa stratification est concordante avec celle du précédent. Les auteurs y établissent deux divisions : l'une comprenant des grès verts, des marnes et des poudingues, l'autre des calcaires blancs avec des Nummulites et des Hippurites, lesquels terminent la série crétacée de la Morée. Ce serait, suivant eux, l'équivalent de la *scaglia* du nord de l'Italie ou de la craie tuffeau et la craie blanche manquerait ; or, si la comparaison est exacte, ce que l'on a vu dans les provinces vénitiennes prouverait que la déduction ne l'est pas.

La première subdivision désignée sous le nom de *groupe du second grès vert* est fort complexe, et renferme des assises très variées de marnes jaunâtres et verdâtres avec quelques bancs de grès vert, des poudingues à ciment vert, siliceux et à galets calcaires, de silex ou de jaspe provenant des assises précédentes, des argiles marneuses, micacées, verdâtres, puis une seconde assise de poudingues, quelquefois réunie à la première (les monts Mali), une troisième grande assise d'argiles marneuses, micacées, enfin des grès verts ou gris (colline à l'est de Modon). Ces derniers sont traversés par des veinules de calcaire spathique d'un blanc pur. Sur ces grès reparaissent encore des argiles schisteuses verdâtres, jaunâtres,

bleuâtres, passant à des schistes un peu micacés, qui alternent avec des psammites en lits très minces. Tantôt ce sont les grès qui dominent, tantôt les marnes, et, sur quelques points, il y a des couches peu épaisses de lignite. Vers le haut succèdent des calcaires marneux grisâtres, jaunâtres, terreux, formant le passage aux calcaires blancs qui couronnent l'étage (ouest de Modon, col de San-Nicolo vers Navarin, base des monts Arachnées en Argolide). Ces derniers calcaires forment quelquefois des escarpements de 200 à 300 mètres de hauteur au-dessus du sol argileux et arénacé environnant (San-Nicolo près Navarin). Ils passent à des calcaires brunâtres fétides, traversés de filets noirs bitumineux (route de Navarin à Nisi). Les Nummulites très épaisses, citées à Pilos et à Sphactérie, les Hippurites de Modon, comme les considérations générales qui terminent cette partie du savant ouvrage de MM. Boblaye et Virlet, ne nous permettent d'ailleurs aucune déduction rigoureuse sur l'âge et les véritables relations stratigraphiques de ce grand ensemble de dépôts calcaires, arénacés et marneux.

Serpentines ou ophiolites.

Nous avons dit précédemment (vol. III, p. 449) les motifs qui nous avaient fait décrire alors les serpentines, les euphotides et les diorites de la Turquie d'Europe, et renvoyer au contraire à la formation crétacée l'examen des serpentines de la Grèce dont l'apparition se trouve placée entre le dépôt des calcaires lithographiques du *deuxième étage* et celui du *grès vert de l'étage supérieur*. Cette marche était nécessaire pour bien faire comprendre que les différences d'âge qui semblent exister entre ces éruptions serpentineuses sont plus apparentes que réelles, et que leur non-contemporanéité résulterait seulement de la non-concordance supposée entre les couches qu'elles ont dérangées. Si l'on arrive à faire voir, au contraire, que ces dernières sont contemporaines, il en sera donc de même, à très peu près, pour les roches ignées dont nous allons parler.

(P. 200). De même que MM. Boblaye et Virlet regardent l'épanchement des roches granitoïdes comme se liant aux roches stratifiées les plus anciennes de l'Archipel, et celui des ophites (prasophyres) comme accompagnant les grauwackes et les schistes du continent rapportés au terrain de transition, de même aussi l'arrivée au jour des serpentines serait en rapport avec les dépôts secondaires de la Grèce. C'est à ces dernières, avons-nous dit, que les grès verts doivent leurs caractères les plus essentiels. Cet épanchement se serait fait à plusieurs reprises, comme celui des trachytes pendant la période tertiaire supérieure et celui des laves pendant

l'époque actuelle. Les serpentines de Tino, associées au terrain ancien, paraissent différer complétement de celles-ci, et ne se représentent point en Morée, où toutes sont de l'époque secondaire et fort inégalement distribuées.

« Elles sont très abondantes dans l'Argolide, où elles percent dans » toutes les vallées et sur les flancs des montagnes, forment des col- » lines arrondies sur les bords des plaines et quelquefois s'élèvent » en masses droites jusqu'au sommet des cols, entre les couches » brisées du calcaire lithographique. L'épanchement de ces roches » à l'état pâteux fut si général dans toute cette région qu'avant le » dépôt des grès verts et des calcaires supérieurs il ne dut y avoir, » pendant un certain laps de temps, que quelques îles rocheuses de » calcaires lithographiques à la surface de ce bain de matières » ignées. Dans les autres parties de la Morée, elles ne se montrent » que sur quelques points isolés, tels que la plaine de Tripolitza, » Trinisa en Laconie, les environs de Scardamula, et toujours dans » des cols ou parties du sol peu déprimées. »

Leurs caractères minéralogiques les distinguent très nettement des serpentines du terrain ancien, dont elles n'ont ni l'homogénéité, ni l'éclat, ni la dureté. Elles offrent souvent dans le même gisement des variétés très nombreuses que l'on peut ranger dans deux séries, l'une très riche en diallage bronzite, l'autre dans laquelle cette substance n'est plus apparente. Les premières sont en général compactes et les secondes réticulées, de teintes variant du vert au rougeâtre. Ainsi, les serpentines noires, compactes ou diallagiques, de l'isthme de Corinthe, de l'Acrocorinthe, des collines de Katchingri, de Damala, d'Épidaure et de Kastri, diffèrent essentiellement de celles d'Argos, de la plaine de Badeni, des environs de Trinisa et de Paros, où elles sont réticulées, de teintes sales et variées, et sans lamelles apparentes de diallage.

Les conglomérats serpentineux des environs de Nauplie et les diverses roches calcaires intercalées dans toute la série du grès vert, de même que les calcaires blancs compactes à Hippurites, qui, dans la même localité, sont pétris de fragments de jaspe et de serpentine, tandis qu'on n'en observe jamais dans les assises antérieures, fixent l'apparition des serpentines secondaires entre le dépôt des calcaires lithographiques du second étage et celui du grès vert de l'étage crétacé supérieur. Par suite de ce phénomène, les calcaires lithographiques ont éprouvé des dérangements et des modifications locales plus ou moins prononcées. Néanmoins, les roches altérées

paraissent être plutôt le résultat de la réaction des calcaires sur les serpentines que de l'action de celles-ci sur les calcaires. Les roches ignées auraient agi au contraire d'une manière plus prononcée sur les argiles marneuses des grès verts inférieurs, en leur faisant subir une sorte de fusion pâteuse et en les pénétrant par cémentation, d'où serait résultée cette multitude de roches bizarres qui participent à la fois des roches pyrogènes et des roches sédimentaires. Quant aux grès, ils sont devenus fragmentaires et lustrés par suite de cette action.

Les jaspes rouge-brun et verts sont les substances le plus fréquemment associées à la serpentine. Ils y sont intercalés en bancs réguliers, plus ou moins épais, particulièrement à l'extrémité du port d'Épidaure, où le jaspe est en rognons aplatis, puis dans la vallée de Ligourio et près de l'église de Damala. Les jaspes sont d'ailleurs associés aussi, comme on l'a vu, aux calcaires lithographiques et aux grès verts (port de Tolon, au sud de Nauplie, pied du mont Ithome, et entre Arcadia et Pavlista).

(P. 209). MM. Boblaye et Virlet croient que ces serpentines sont du même âge que celles des Apennins; or, cette opinion est inconciliable avec celle qui place leur épanchement pendant la formation crétacée, ou entre le second et le troisième étage de la Grèce, car on a vu (*antè*, vol. III, p. 367 et suivantes) que, dès 1821, Alex. Brongniart regardait les serpentines des Apennins comme plus récentes que les couches secondaires de cette chaîne, et toutes les observations faites depuis ont démontré qu'en effet leur apparition est postérieure au groupe nummulitique ou terrain tertiaire inférieur, dont font partie le macigno, l'albérèse, les grès et schistes à Fucoïdes, si étrangement modifiés et altérés par ces produits ignés. Pour établir la contemporanéité des serpentines de l'Italie centrale avec celles de la Grèce, il faudrait que, dans ce dernier pays, l'*étage crétacé moyen* des auteurs fût remonté au niveau du groupe nummulitique, et que l'étage supérieur représentât la formation tertiaire moyenne, ou une sous-division de la précédente ; alors le parallélisme de la plupart des serpentines de l'Europe orientale avec celles de l'Italie serait prouvé. On peut présumer qu'une partie de cette conjecture se vérifiera lorsqu'on aura pu séparer en Grèce, comme on l'a fait ailleurs, les dépôts réellement crétacés des dépôts nummulitiques.

Résumé. « Comme dans les Alpes et les Pyrénées, continuent MM. Boblaye » et Virlet, la formation crétacée de la Grèce a été fracturée et sou- » levée à une grande hauteur par suite des diverses dislocations que » la région méridionale a éprouvées depuis son dépôt. Elle s'élève à

» plus de 2500 mètres dans les sommets du Parnasse, et à 2400
» mètres dans les montagnes de l'Arcadie. Son énorme puissance, la
» rareté des fossiles et la nature des dépôts, semblent indiquer
» qu'elle se forma dans une mer profonde et éloignée de tout ri-
» vage. Ses deux dépôts arénacés n'excluent pas cette idée, attendu
» qu'ils ont plutôt les caractères de dépôts formés par de grands
» courants sous-marins, tels que les courants équatoriaux, que
» ceux de dépôts littoraux, toujours hétérogènes. Le système pin-
» dique, qui paraît se rapporter à celui du Mont-Viso, dont M. Élie
» de Beaumont place le soulèvement entre les deux étages de la
» craie, l'a soulevé dans sa totalité, ce qui nous porte à conclure
» que nous manquons en Morée de toute la partie supérieure de
» cette grande formation ou de la craie blanche. »

Mais outre que l'on connaît fort peu les caractères des dépôts actuels qui se forment à la fois à de très grandes profondeurs et à de très grandes distances des côtes, on connaît encore moins ceux des grands courants marins, si même ils en forment, ce qui est assez douteux, d'où il suit qu'on ne peut guère leur comparer telle ou telle assise des temps géologiques (1). On remarquera de plus qu'ici les Nummulites, vraies ou fausses, appartiennent au système crétacé inférieur, au lieu de caractériser le système supérieur, comme dans les Alpes et les Pyrénées, d'après les vues de M. Élie de Beaumont. Ainsi qu'on l'a déjà dit, les couches mises en parallèle avec la *scaglia* de l'Italie seraient aussi dans le système inférieur au lieu de représenter la craie blanche, et il y aurait de la sorte un désaccord manifeste entre la manière de voir de MM. Boblaye et Virlet et ce que l'on savait de l'ouest de l'Europe, même à l'époque où ils écrivaient.

D'un autre côté, la présence de coquilles du coral-rag dans un conglomérat serpentineux de l'étage crétacé supérieur porte à

---

(1) Les grands sondages n'ont fourni aucune donnée sur l'épaisseur des dépôts sous-marins, sur leur composition intérieure, sur leur stratification, sur le temps qu'ils ont mis à se former dans telles ou telles circonstances de profondeur, d'inclinaison, d'éloignement des côtes, etc., et toutes les analogies que l'on a cherché à établir en se servant de l'expression de *dépôts pélagiques* ne reposent en réalité que sur les plus vagues conjectures. Les dépôts littoraux sont les seuls dont nous puissions jusqu'à un certain point apprécier les caractères, et il est probable que ce sont de beaucoup aussi les plus puissants et les plus constants (*a*).

(*a*) D'Archiac, *Note sur les formations dites pélagiques* (*Bull.*, vol. XIV, p. 517; 1843).

croire que la série secondaire de la Grèce reste encore à étudier relativement aux formations jurassique, crétacée et tertiaire inférieure. D'après ce que l'on connaît de l'Asie-Mineure, de la Turquie d'Europe et de l'Italie, il est difficile de penser que deux au moins de ces trois grands ensembles de dépôts ne soient pas plus distinctement représentés et caractérisés dans la Grèce et la Morée qu'il ne résulte des recherches dont nous venons de présenter l'analyse.

L'étage crétacé inférieur, tel que MM. Boblaye et Virlet l'ont circonscrit, a éprouvé des modifications remarquables, qui ont produit des dolomies, des rauchwackes, des gypses et des marbres grenus. Séparé de l'étage moyen par une dislocation, ce phénomène, qui a peut-être coïncidé avec la première apparition des serpentines ou avec celle des roches entritiques, a aussi porté au-dessus des eaux une partie de la Laconie centrale et de la haute Arcadie. Enfin le troisième étage aurait été déposé après une dislocation partielle, lors de la dernière apparition des serpentines, peut-être aussi lors de l'épanchement des spilites.

Grèce continentale. — Orographie.

Si nous voulons poursuivre actuellement dans la Grèce continentale d'abord l'examen plus détaillé des caractères orographiques et des phénomènes qui les ont déterminés, et ensuite la description des roches stratifiées rapportées au terrain secondaire, nous trouverons dans les observations géologiques qu'a faites M. Sauvage (1) une sorte de complément aux précédentes, plus particulièrement restreintes au Péloponnèse.

Le système de soulèvement achaïque, dirigé O.-N.-O., se manifeste par la direction du massif qui forme l'Attique et la Béotie, au nord et à l'est de l'isthme de Corinthe. Le rivage septentrional du golfe de Lépante, la côte sud du canal d'Atlante et de celui de Négrepont, de même que la grande dépression centrale qui aboutit au lac Copaïs, affectent encore cette direction. La pointe méridionale de l'Attique, qui se termine au cap Sunium ou Colonne, appartient au contraire à la direction N.-N.-O., celle du système pindique, dont le soulèvement est antérieur au précédent. Le système de dislocation orienté O.-S.-O., presque E., O., comme la grande vallée de la Béotie, se rapprocherait du système de l'Érymanthe ou serait peut-être plus récent et de l'âge de celui des Alpes orientales. On

(1) *Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. X, p. 101, avec carte, 1846. — Voyez aussi Russegger, *Neu. Jahrb.*, 1839, p. 691 et suivantes.

remarque en outre d'autres directions, comme celle de l'arête principale des monts Pentéliques, courant O.-N.-O., et les massifs qui séparent la plaine de l'Attique de la vallée de la Béotie. Le mont Hymète et les chaînes qui en sont le prolongement méridional sont dirigées N.-N.-E., etc.

La direction générale N.-O., S.-E. de l'Eubée avait fait regarder cette île, par les auteurs de la *Géologie de la Morée*, comme étant au S. la continuation de la chaîne de l'Olympe. Mais M. Sauvage n'attribue au phénomène qui a déterminé le soulèvement de cette chaîne qu'une très faible influence sur la configuration de l'île, où il admet deux directions principales : l'une, qui domine dans sa partie nord-ouest, serait parallèle au système olympique, l'autre, qui s'observe particulièrement entre Stoura et Koumi, court S.-S.-E. et appartiendrait au système pindique. Vers le centre, ces deux directions sont représentées par des chaînes rectilignes. Enfin il existe des traces de soulèvement N.-N.-E. de l'époque du soulèvement des Alpes occidentales. La configuration actuelle des côtes résulte de la combinaison et du croisement de toutes ces lignes de dislocation.

Description des roches.

M. Sauvage a retrouvé dans la Grèce continentale et dans l'Eubée la plupart des formations décrites en Morée par MM. Boblaye et Virlet, mais on voit que le manque de temps ne lui a pas permis de reconnaître les sous-divisions tracées dans le terrain secondaire de la péninsule grecque. Les métamorphoses qu'ont éprouvées les roches dans le plus grand nombre des cas et la présence de fossiles sur quelques points seulement laissent planer une grande incertitude sur les vraies relations de ces dépôts. Ainsi, lorsqu'on se dirige d'Athènes vers le mont Cythéron, au nord-ouest, on rencontre, près de Daphnis, des calcaires cristallins noirâtres, schisteux, associés à des schistes rouges calcarifères et un calcaire gris compacte qui se retrouve près d'Éleusis, toujours en couches inclinées. Non loin de Mandra sont des calcaires jaunâtres, blancs, très fragiles, et à Koundoura des marbres grenus, blancs ou gris, plus ou moins cristallins. Au pied du Cythéron, la variété blanche, grenue et saccharoïde, domine, et la direction la plus générale est O.-N.-O. Mais, aux environs de Kaza, les couches verticales courent E., O., comme les crêtes du Cythéron, dans le massif duquel les schistes et les calcaires alternant sont diversement plissés. Tout ce massif est bordé au nord par le terrain tertiaire de la plaine de Thèbes (*antè*, vol. II, p. 902).

Les roches secondaires anciennes des environs de Chalcis au nord, puis celles de Tatoi, de Merkouri et du mont Parnès au sud, sont des espèces de grauwackes, des calcaires blancs saccharoïdes, ou gris, des marbres rouges ou noirs, rappelant ceux de la Belgique, plusieurs autres variétés de calcaire et des quartzites rouges et verts. Un soulèvement N.-N.-E. paraît surtout avoir occasionné le relief de ces montagnes. (p. 117) Près d'Athènes, les schistes à grain fin, pailletés, bleus ou verdâtres, passent souvent à une argile schisteuse, et sont associés à des psammites micacés, noirs, plissés, le tout recouvert par des masses de calcaire bleu ou gris, tantôt compactes et passant à une brèche ferrugineuse (le Lycabète), tantôt blancs ou gris clair, saccharoïde (le mont Hymète).

Le Pentélique serait plus ancien que les montagnes des environs d'Athènes, et sa direction le rapprocherait du soulèvement des Pyrénées, les couches tertiaires reposant horizontalement à sa base, tandis qu'elles ont été relevées évidemment dans le voisinage du mont Hymète. Lorsqu'on se dirige de Kephissia vers les carrières, on rencontre successivement des grès schisteux micacés, alternant plusieurs fois avec des calcaires plus ou moins fissiles, gris bleuâtre, saccharoïdes, semblables à certaines variétés du Cythéron et des environs de Merkouri. La direction est N.-E., S.-O. et le plongement au N.-O. Les schistes micacés à gros grains de quartz avoisinent les premières exploitations de la base du Pentélique ouvertes dans une masse de marbre blanc, surmontée de calcaire cristallin associé lui-même à un schiste vert, luisant. En continuant à s'élever, on trouve toujours le calcaire marbre avec ses zones verdâtres, et, arrivé aux grandes carrières, on n'aperçoit plus de traces de la stratification ; la masse est divisée en tous sens par des fentes nombreuses. Le marbre présente encore des zones rouges ou vert jaunâtre, souvent rapprochées, légèrement ondulées et dirigées vers le N.-O. C'est au-dessous de cette assise qu'ont été pratiquées les immenses excavations d'où les anciens ont extrait le marbre si estimé, connu sous le nom de *marbre pentélique*. La direction dominante de ces assises paraît être N.-E., S.-O., comme entre la montagne et Kephissia. Le marbre constitue une sorte de prisme allongé dans cette direction. C'est un grand filon-couche compris entre les bancs parallèles du calcaire gris sub-cristallin et compacte des environs.

Ces roches du Pentélique avaient été rapportées, par MM. Boblaye et Virlet, à la partie supérieure de l'étage calcaréo-talqueux,

contemporain des calcaires blancs, verts et roses du Taygète, et placées par conséquent dans le terrain de transition ; mais M. Sauvage les rattache aux calcaires secondaires des principales chaînes de l'Attique et de la Béotie, liés eux-mêmes aux calcaires à Hippurites de Livadie. Ces chaînes auraient été formées lors du soulèvement du Pinde ou du mont Viso, et appartiendraient par conséquent à la période crétacée inférieure, d'après la classification de M. Élie de Beaumont.

(P. 124). Les auteurs de la *Géologie de la Morée* avaient décrit le mont Lyakoura (Parnasse), comme composé aussi de calcaires compactes lithographiques, de calcaires marneux, rougeâtres, verts ou jaunes, de grès verts, de calcaires gris de fumée avec des silex et des Encrines, et de calcaires gris-verdâtre, feuilletés, d'où sort la fontaine de Castalie au pied du Lycorée. Les sommets sont formés de calcaires compactes, jaunâtres, rougeâtres ou violets, qui, aux environs de Livadie, contiennent beaucoup de corps organisés, que les habitants nomment *cornes de bœuf*, et qui, pris à tort pour des fragments d'Ammonites, sont, en réalité, des Hippurites, lesquelles constituent des couches entières au sud-est de Chéronée. La ville de Livadie, appuyée contre des montagnes calcaires, repose sur des schistes rouges, calcareux, grossièrement fissiles. Au-dessus, l'ancien château est assis sur des calcaires noirs foncés, veinés de calcaire spathique blanc. Des bancs de calcaire gris, grenu, cristallin, d'abord associé au précédent, dominent ensuite le pays à quelque distance de la ville. Ces diverses roches se retrouvent à l'est, et le pied des montagnes secondaires est bordé par les conglomérats tertiaires de la plaine de Thèbes. Dans le ravin de Kapréna, les calcaires compactes, jaunâtres, plongent au N.-N.-E., et recouvrent des bancs minces remplis d'*Hippurites bioculata*, de petites Huîtres, avec une Pholadomye, une Patelle et une Térébratule (1). La vallée d'Arakhova et le chemin que l'on suit jusqu'au sommet du Parnasse montrent des argiles et des psammites, puis des schistes grossiers rougeâtres, calcarifères, et des grauwackes plongeant au N. un peu O., recouvertes par des calcaires gris-brun, toujours concordants et renfermant des Hippurites.

Les couches précédentes forment les escarpements souvent à pic,

---

(1) M. Sauvage cite la *Terebratula subtrilobata*, var. *orbiculata*, qui, suivant lui, serait une coquille du gault; nous ne connaissons sous ce nom qu'une espèce vivante.

qui bordent le lac Copaïs au nord et à l'est. Elles ont été plissées et redressées lors des soulèvements qui ont imprimé au pays ses principaux caractères, et les dislocations ont produit des vides ou cavités plus ou moins considérables, origine de ces canaux naturels ou gouffres connus sous le nom de *Katavothrons*. Ces cavités sont surtout nombreuses sur la rive orientale où l'on en compte 23, entre Topolias et Maulki. Elles ne sont pas toutes au même niveau, et leur disposition, qui se lie à la stratification des calcaires, est aussi en rapport avec les formes du sol supérieur. Tout le massif qui sépare le lac Copaïs de Chalcis, et qui entoure le lac Paro Lomni (Parolimni), présente les mêmes calcaires gris, compactes, dont les tranches sont couvertes de dépôts tertiaires. On y observe des variétés de grauwackes schisteuses, grenues, ou cristallines, et des serpentines en masses isolées, entourées de calcaire rouge, sub-cristallin, de schistes rouges et d'amas de fer oxydé compacte. Des serpentines se montrent aussi dans l'île d'Eubée, entre Koumi et Kastrovala, accompagnées de gros filons d'oxyde de fer, puis de roches grenues avec des grenats et des roches schisteuses, luisantes, passant au gneiss. Des calcaires noirs, semblables à ceux de Chalcis, s'observent plus haut, au nord-ouest de Kremastro.

Dans l'Attique, comme dans la Béotie, la direction dominante des massifs secondaires calcaires ou schisteux est O.-N.-O., et le soulèvement achaïque a dessiné le relief principal du sol. Les serpentines de l'Eubée ont relevé les calcaires des environs de Koumi, d'Aliveri et de Chalcis, et il est probable que leur apparition a suivi le dépôt des premières assises crétacées. Quoique les roches schisteuses et les grauwackes, associées aux calcaires de l'île d'Eubée, se rapprochent par leurs caractères des roches de transition, les observations de M. Sauvage le portent à n'y voir que des dépôts secondaires dont certaines portions auraient subi une action métamorphique. Les monts Pentéliques mêmes ne feraient pas exception, et leurs marbres célèbres se rattacheraient aux calcaires du mont Parnès, dans lesquels une Bélemnite aurait était trouvée, dit-on, par Domnando. Quant à la note, publiée par M. Landerer (1), sur

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 513. — Le détail des couches traversées dans un forage entrepris dans la plaine d'Athènes, et rapporté par M. Russegger, montre que, jusqu'à une profondeur de 38^{m}, 43, on a rencontré, au-dessous des sables et des cailloux roulés superficiels, des calcaires marneux, des calcairés à Hippurites, des marnes, de

les pétrifications observées en Grèce, elle n'apprend rien de plus que ce qui a été dit plus haut. On voit seulement que l'auteur rapporte à l'*Hippurites cornu-vaccinium* l'espèce de la Béotie.

Ile de Corfou.

M. Orioli (1) a placé dans la craie des marnes et des calcaires redressés portant des empreintes de pas d'animal, près de Corfou, dans la colline du fort Abramo. M. Portlock (2) compare aussi les calcaires de cette île à la craie endurcie de l'Irlande. Ils renferment beaucoup de silex, et ressemblent, par places, au calcaire de montagne avec lequel le docteur Davy les avait confondus. M. Portlock y signale deux Térébratules de formes crétacées, mais nous verrons plus loin qu'il place ces calcaires dans la série jurassique. Nous avons mentionné les dépôts tertiaires de la même île (*antè*, vol. II, p. 897), de même que ceux de l'île de Zante (*ib.*, p. 898).

Ile de Zante.

Cette dernière offrirait, suivant M. H.-E. Strickland (3), une composition géologique plus simple que les îles voisines, tout en en résumant les caractères généraux, d'autant plus faciles à saisir que ses couches n'ont pas été disloquées. Sous le nom de *calcaire alpin*, l'auteur désigne ce calcaire compacte, blanc ou grisâtre, si développé dans le sud de l'Europe, et qui atteint ici une épaisseur de plusieurs milliers de pieds, en conservant des caractères uniformes, une stratification horizontale, et occupant une surface de plusieurs centaines de milles. Le peu de fossiles qu'on y trouve s'accordent, dit-il, avec ceux de la craie, et, ajoute-t-il, avec ceux de la série oolithique du nord de l'Europe. Cependant, l'auteur n'y cite que des Nummulites et des fragments d'Hippurites. Si ces prétendues Nummulites ne sont pas des Orbitoïdes, il est probable que M. Strickland réunit des couches tertiaires inférieures à des couches secondaires. Ces calcaires forment une ligne anticlinale, dirigée N.-N.-O., S.-S.-E., le long de la côte sud-ouest, de la pointe de Skinari à la pointe Cheri, pour se prolonger ensuite dans l'île de Céphalonie.

---

nouveaux calcaires à Hippurites, des argiles noires, des argiles jaunes, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 691).

(1) *Atti della sesta riun. degli sc. ital.*, in-4°, p. 561, Milan, 1844.

(2) *Report 13th meet. brit. Assoc. at Cork*, 1843, p. 57 des notices. — *Some remarks*, etc.; Quelques remarques sur les calcaires blancs de Corfou (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 355, 1844). — *Quart. journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 87, 1844.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 403, 1837, avec carte et coupe.

Les falaises de l'ouest de l'île ont 200 mètres de hauteur et sont presque à pic. Elles se continuent sous la mer jusqu'à une grande profondeur. Ces calcaires presque blancs ressemblent souvent à la craie dure d'Angleterre, et ne renferment point de silex, quoiqu'ils soient sans doute le prolongement de ceux de Corfou. On y observe beaucoup de brisures, de nombreuses failles, et des courants souterrains ou *Katavothrons*.

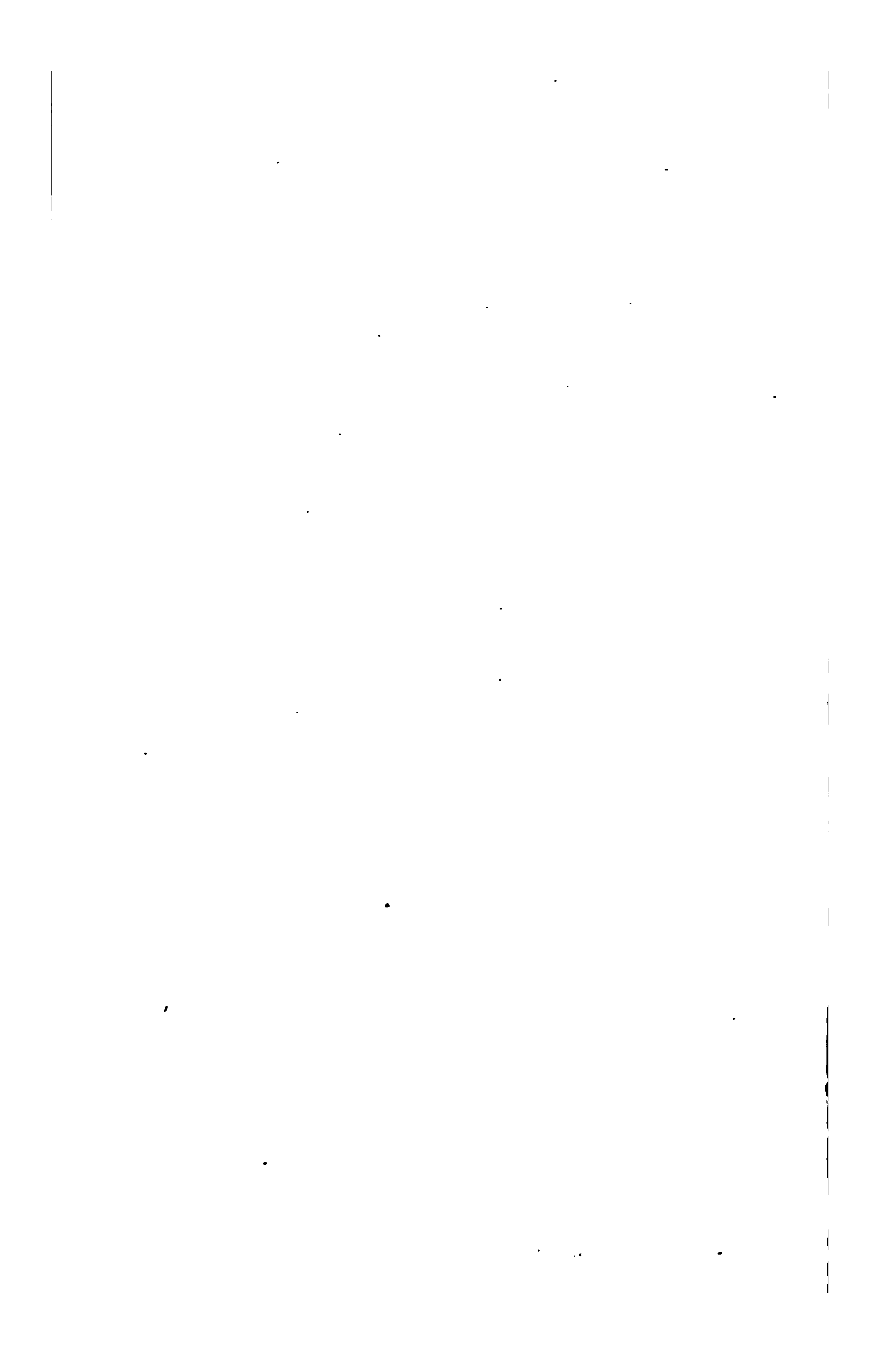
Ile de Candie.

La direction des principales chaînes de l'île de Candie, l'ancienne Crète, est E. 16° S., et ne rentre point dans les systèmes de soulèvement signalés en Grèce par MM. Boblaye et Virlet (1). On y reconnaît, en outre, trois autres directions, dont une serait peut-être celle du système de l'Érymanthe, N. 61° à 67° S.; la seconde, N., S., correspondrait au système de la Corse, et une troisième courant N. 40° E., qui se reproduit dans l'île de Rhodes, représenterait peut-être le système dardanique. Le mont Psilorhyti ou mont Ida, placé au centre de l'île, sur son axe principal, est le point le plus élevé de tout l'Archipel. D'après A. Parolini, la plus grande partie de l'île serait de la formation jurassique, tandis que M. Virlet croit plutôt que, comme en Morée, c'est la formation crétacée méditerranéenne qui y domine. D'autres documents indiquent des calcaires oolithiques, des calcaires compactes et des marbres blancs dans la petite île de Standia, puis des roches schisteuses et granitiques (mont Melesca). Des collines tertiaires régneraient sur presque toute la côte nord de Candie, et manqueraient sur la côte méridionale. Cependant, le fameux labyrinthe, situé au nord des ruines de Gortyne, a été creusé dans des couches tertiaires. Non loin du port d'Aptère (Kisamos) sont des exploitations de gypse, et il paraît en exister aussi dans un îlot dépendant de l'île de Cosos. Des poissons fossiles sont également cités à Grabuses.

Suivant M. V. Raulin (2), la formation crétacée du type méditerranéen composerait la plus grande partie de l'île, et se diviserait en trois étages assez réguliers, mais d'inégale épaisseur. La roche que l'auteur désigne sous le nom de *macigno* paraît alterner avec des roches talqueuses, des jaspes, des grès et des calcaires noirs accompagnés de lydienne vers le bas. D'autres roches blanches sont exploitées pour pierre à aiguiser. Les unes et les autres constituent les montagnes de Spakia, le groupe du mont Psilorhyti, ainsi que les

(1) *Géologie et minéralogie de la Morée*, in-4°, p. 85, 1833.
(2) *Berichte über die Mittheilung.*, etc., vol. IV, p. 302, 1848.

chaînes qui les réunissent, puis les caps Bousso, Treporno, etc., les masses montagneuses de Lassiti, les chaînons peu élevés qui séparent les plaines de Messera de la mer de Libye, etc. Par places, les calcaires subordonnés aux schistes talqueux sont changés en gypse blanc, dans les provinces de Selino, de Spakia, de Viano, de Lassiti, etc. Les fossiles sont très rares, ou manquent tout à fait. Dans la plaine de Lassiti, M. Raulin a observé des rudistes, et près du château de Pedihada, à l'est des montagnes de Lassiti, il y a des Nummulites. Rien dans la stratification ne lui a paru montrer de différences appréciables dans les gisements de ces fossiles, et il y aurait une liaison parfaite entre les couches caractérisées par les Nummulites et celles où abondent les rudistes. Nous ferons remarquer que cette concordance, qui se retrouve dans les Pyrénées, les Alpes, les Apennins, etc., n'exclut nullement pour nous la séparation zoologique complète des deux formations. D'après les échantillons de calcaire compacte, gris bleuâtre, rapportés par l'auteur, et dans lesquels nous avons reconnu la *Nummulites perforata* très polymorphe et réniforme, provenant d'Apostolous (district de Pedihada), au sud-est de Candie, la *N. Ramondi*, une troisième espèce imparfaitement connue, rapportée provisoirement à la *N. complanata*, et qui atteint jusqu'à 11 centimètres de diamètre, et ces Orbitoïdes qui les accompagnent si constamment, nous ne doutons pas que le groupe nummulitique ne soit dans cette île aussi parfaitement développé et caractérisé que nous l'avons vu en Italie, sur les deux rives de l'Adriatique, en Turquie, dans l'Asie-Mineure, etc.



CHAPITRE VI.

FORMATION CRÉTACÉE DES RÉGIONS BALTIQUES.

Disposition générale.

Après avoir étudié les dépôts crétacés du sud de l'Europe, nous reprendrons l'examen de ceux du nord par leurs points les plus extrêmes dans cette dernière direction, puis, traversant successivement le nord-ouest de l'Allemagne, l'Allemagne centrale, la Pologne et la Gallicie, nous atteindrons ces vastes espaces qu'ils occupent encore dans le centre et le midi de la Russie, la Crimée et la chaîne du Caucase. Ils y sont caractérisés à très peu près comme dans les Iles Britanniques, le nord et l'est de la France, la Belgique, la Suisse, etc., de sorte que cette bande crétacée, depuis l'extrémité septentrionale de l'Irlande jusqu'aux frontières de l'Asie, conserve des caractères presque toujours comparables dans ceux de ses groupes qui ont persisté.

La vaste surface plane ou très faiblement inclinée au N. vers la Baltique, et qui de la Hollande s'étend à l'E. à travers le Hanovre, le Mecklembourg, la Prusse et la Pologne, sillonnée par le Weser, l'Elbe, l'Oder, la Vistule et leurs innombrables affluents, est, comme on l'a vu, presque entièrement recouverte de dépôts tertiaires, quaternaires ou modernes. Le *substratum* de cette région uniforme, à laquelle on doit réunir la plus grande partie des provinces du Danemark et ses îles, paraît être exclusivement formé de sédiments crétacés dont la disposition a cela de remarquable, que ceux de ces sédiments qui s'appuient au sud de cette dépression contre les roches secondaires, de transition ou primaires, depuis les bords du Rhin jusque dans la partie la plus orientale des Carpathes, sont les plus anciens, tandis que ceux qui viennent affleurer au nord, comme dans la Scanie, sont à peu d'exceptions près les plus récents, et reposent, souvent sans intermédiaire, sur le granite, le gneiss ou les roches siluriennes. Ainsi, les couches crétacées du sud étaient émergées lorsque se sont déposées celles du nord, et réciproquement les roches qui supportent ces dernières étaient au-dessus des eaux, alors que se formèrent successivement, sur les rivages opposés, dans de nombreux golfes plus ou moins profondément découpés, ici le

groupe wealdien, là le groupe néocomien, presque partout celui très complexe de la craie tuffeau et celui de la craie blanche. Durant cette longue période, la surface dont nous parlons fut donc soumise dans son niveau à des oscillations locales ou partielles comparables à celles que nous avons constatées pendant les époques tertiaire, quaternaire et même de nos jours.

§ 1. Suède.

Scanie. Un dépôt quaternaire composé de limon, de sable, de cailloux et de blocs recouvre toute la partie méridionale de la Suède, connue sous le nom de Scanie, et dérobe presque toujours à l'observateur les relations des roches plus anciennes et de divers âges qui s'élèvent çà et là, formant des îlots au-dessus de la plaine environnante. Plusieurs de ces îlots, dont les plus hauts n'atteignent pas 100 mètres au-dessus de la mer, ont été depuis longtemps reconnus pour appartenir à la craie. Wahlenberg (1) a signalé leurs fossiles; M. Nilsson, dans plusieurs mémoires et surtout dans son ouvrage sur les *Pétrifications de la formation crétacée de la Suède* (2), a contribué à préciser l'horizon auquel ces couches appartiennent. La craie, dit-il, s'appuie généralement sur le gneiss, moins souvent sur les roches de transition. Elle paraît atteindre une assez grande épaisseur. Dans le nord, la roche est blanche ou grisâtre et plus ou moins sableuse; vers le sud, on observe une série de couches qui passent insensiblement de la craie blanche à une sorte de grès vert.

W. Hisinger (3), par ses nombreux travaux étendus à toute la Suède méridionale, dont il a donné une bonne carte géologique (4),

---

(1) *Petrificata telluris svecanæ* (*Nov. act. reg. soc. Upsal*, vol. VIII).

(2) *Petrefacta svecana format. cretacæ descripta et iconibus illustrata*, in-4°, avec pl., Lund, 1827.

(3) Esquisse d'un tableau des pétrifications de la Suède, Stockholm, 1831. — *Lethæa suecica seu petrificata Sveciæ iconibus et characteribus illustrata*, in-4°, 36 pl., Stockholm, 1837-1840. — Voyez aussi divers mémoires publiés de 1802 à 1826. — Sur la craie de Carlshamn et ses fossiles (*K. Vett. Acad. Handl.*, 1838, p. 194). — P. Angëlins, *Musæum palæontologicum suecicum* ou catalogue des fossiles de transition et du grès vert de Suède (*Tidssk. for Naturvid.*, de H. Kroyer, vol. II, p. 307, 1838).

(4) *Geognostisk Karta*, etc., carte géognostique de la partie méri-

est venu compléter les recherches de ses devanciers. On voit sur cette dernière que le lambeau crétacé le plus septentrional, celui de Carlshamn, situé non loin de la côte et entouré de granite, se trouve un peu au delà du 56° de lat. N. A l'ouest de ce point sont les îlots de Mörby, de l'île d'Ifö, de Kjuge, de Balsberg et d'Ignaberga, puis au sud apparaît celui d'Everöd, comme sur la côte méridionale se montrent ceux de Charlottenlund, d'Œ. Torp, et sur la côte occidentale ceux de Limhamn, au sud de Malmö et de Tulstorp. Entre Istad et Käsperga, le long de la côte sud, l'auteur a colorié différemment, sous le nom de grès vert (*Grönsand*), d'autres dépôts dont les fossiles ne permettent guère de les regarder comme antérieurs au premier groupe de la formation.

On remarque cependant parmi ceux-ci l'*Inoceramus sulcatus*, Sow., une Exogyre très voisine de l'*E. conica*, id., ou peut-être une variété de l'*Exogyra columba*, Gold., l'*Ammonites Stobæi*, Nils., puis des débris de *Plesiosaurus*, à Köpings. Dans les localités les plus riches de la limite nord de la craie, comme à Ignaberga, Kjugestrend, Balsberg, Mörby, etc., il semble qu'on trouve associées, avec des fossiles propres à la craie blanche (*Belemnites mucronatus*, Schloth., *B. mamillatus*, Nils., *Inoceramus Cuvieri*, Sow., *Terebratula octoplicata*, id., *T. Defrancei*, Alex. Brong., *Ostrea vesicularis*, Lam., *Ananchytes ovata*, Lam., ou mieux *hemisphærica*, Alex. Brong., *Micraster cor-anguinum*, Ag.), des espèces de la craie supérieure de Maestricht et d'autres du Cotentin, puis des formes qui caractérisent ordinairement des couches plus basses, telles que certaines Exogyres (*E. cornu-arietis*, Nils., *laciniata*, Sow., *haliotoidea*, id.), le véritable *Pecten quinque-costatus*, id., le *Spondylus truncatus*, Desh., le *Cidaris vesiculosus*, Gold., un *Salenia*, l'*Ostrea diluviana*, Lam., l'*O. hippopodium*, Nils., les *Terebratula alata*, Lam., *triangularis*, Wahl, etc.); de sorte qu'il y aurait, dans ces divers lambeaux, un mélange d'espèces qui, en Angleterre, en Belgique et en France, appartiennent à des niveaux assez différents. Peut-être aussi n'ont-ils pas encore été suffisamment étudiés et aura-t-on confondu des couches qui devront être séparées plus tard? On peut reconnaître néanmoins que

---

dionale de la Suède, 1 feuille, 1835. — La carte géologique de l'Europe, publiée en 1839 par M. de Dechen, reproduit à peu près les détails de celle de Hisinger, mais on y voit de plus le double promontoire de Falsterbo et Skanör occupé aussi par la craie.

ce sont d'abord les espèces propres au pays, puis celles de la craie blanche et de la craie supérieure, qui y dominent de beaucoup.

D'après M. Hagenow (1), les assises crétacées les plus élevées de Charlottenlund, près d'Istad, représenteraient la craie blanche supérieure ; le grès vert de Köpingsmölla, etc., au nord de ce même point, correspondrait au grès vert le plus récent des environs d'Aix-la-Chapelle, et il en serait peut-être de même de celui de Carlshamn. Les couches à coraux de Mörby, etc., avec *Belemnites mucronatus*, appartiendraient à la division supérieure ou aux couches les plus élevées du nord de l'Allemagne, tandis que celles d'Ignaberga, qui renferment des dents de Squales seraient plus anciennes et de la partie moyenne de la formation. Les ossements de *Plesiosaurus*, signalés par M. Nilsson (2) à Köpingsmölla et près du lac d'Ifösjoe, sur la côte occidentale de l'île d'Ifö, de même que les débris de *Mosasaurus*, d'Oppmanna, confirmeraient le classement de ces couches dans le groupe supérieur de la formation et leur analogie avec celles de l'Angleterre et de la Belgique.

Le long de la côte, au nord-ouest de Landskrone, une surface assez étendue est occupée par des dépôts que, sur sa carte, Hisinger rapporte au lias, et dans lesquels on ne cite que des végétaux. Ces grès de Hör renferment, d'après M. E. Braun (3) et M. Ad. Brongniart (4), qui adoptent la même classification, des empreintes de *Tæniopteris vittata*, Brong., *Phyllopteris Nilssoniana*, id., *Camptopteris Nilssoni*, Fresl., *Clathropteris meniscioides*, Brong., *Pterophyllum majus*, id., *P. minus*, id., *P. dubium*, id., *Nilssonia brevis*, id., *N. Sternbergii*, Goepp.? *N. elongata*, Brong.

Sur la carte géologique de la Russie (5), sir R. Murchison a colorié toute l'extrémité sud-ouest de la Scanie comme appartenant à la craie, qui s'appuierait ainsi contre le granite et les strates silu-

(1) *Monogr. der Rügen'sch. Kreide Verstein.*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1839).

(2) *K. Vet. Acad. Handl.* (Actes de l'Académie des sciences de Stockholm), 1836, p. 131, pl. 4 et 5. *Ichthyosaurus* et *Plesiosaurus* du grès vert de la Scanie. — *Isis*. 1838, p. 15. — *Neu. Jahrb.*, n° 2, 1838. — L'*Institut*, 6 fév. 1839. — W. Hisinger, *Lethæa svecica*, etc., p. 6, 1837.

(3) *Beiträge zur Petrefact.*, fasc. 6, p. 11.

(4) *Dictionn. univ. d'histoire naturelle*, vol. XIII, p. 152, 1849.

(5) *Russia in Europa and the Ural mountains*, 1845. — Berze-

riens, suivant une ligne N.-O., S.-E., de Kasberga presque jusqu'à Landskrone. Au nord-est de la bande silurienne, tous les lambeaux crétacés reposeraient sur les roches cristallines. Ce savant a rappelé plus tard (1) que, d'après M. Nilsson et M. Forchhammer, les grès charbonneux de Höganaes, séparés des précédents par Hisinger, étaient, comme ceux de Hör, des sédiments de la période jurassique, et peut-être du même âge que les couches charbonneuses des Moorlands orientales du Yorkshire. Les *Nilssonia elongata* et *brevifolia*, et plusieurs espèces de *Pterophyllum* se trouvent, en effet, dans cette dernière localité, mais Mantell (2) croit que ces plantes de la Scanie appartiendraient plutôt au groupe wealdien. Comme d'un autre côté on a souvent admis que la flore terrestre de la période jurassique différait à peine de celle qui régna pendant les dépôts wealdiens et ceux du grès vert inférieur ou néocomien, la présence seule des plantes que nous avons citées ne suffirait pas pour résoudre la question.

M. Malm, ajoute sir R. Murchison, a formé à Christianstadt une collection remarquable de fossiles provenant des divers lambeaux crétacés superposés aux roches cristallines des environs. Il y a trouvé plus de deux cents espèces qui étaient restées inconnues à M. Nilsson et à Hisinger. Si quelques unes de ces formes, continue le célèbre géologue anglais, peuvent être regardées comme identiques avec des espèces des îles Britanniques, on est aussi frappé du grand nombre de celles qui sont tout à fait nouvelles, surtout lorsqu'on a égard au faible développement en surface et en épaisseur de ces îlots crayeux.

Malgré les descriptions qu'on en a déjà données, ces derniers semblent donc exiger encore des études plus suivies et plus détaillées, sous le rapport à la fois stratigraphique et paléontologique. Une monographie qui comprendrait tous ces affleurements et ferait connaître la distribution des fossiles dans chaque couche et dans chaque localité aurait un grand intérêt, d'abord en elle-même et ensuite, par la position géographique extrême de ces dépôts relativement à l'ensemble de la formation à laquelle ils appartiennent.

---

lius a donné une analyse de la craie de Leinhamn (*K. vet. Acad. Handl.*, 1840).

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, 1er fév. 1847.

(2) *Medals of creation*, p. 125.

§ 2. Danemark.

Seeland.

La craie des environs de Malmö et de la pointe de Falsterbo se montre à l'ouest de l'île de Saltholm, puis sur la côte opposée du Sund. Au nord de Copenhague, elle forme une bande étroite le long du rivage; au sud elle apparaît à Kiorge, constitue plus loin les falaises avancées de Stevensklint, existe près de Faxöe, au sud-ouest de ce point, de même que sur la côte encore plus au sud, et enfin dans cette même direction occupe la base de l'île de Möen. M. Vargas-Bedmar (1), qui avait signalé cette craie de Faxöe et de l'île de Möen, tout en y reconnaissant quelques différences avec celle du bassin de la Seine, n'en avait pas moins admis leur contemporanéité. Plus tard, sir Ch. Lyell (2), voulant vérifier l'assertion avancée par M. Forchhammer (3), qu'il y avait dans ce même pays un passage des dépôts tertiaires aux couches crétacées, fit en 1834 un voyage, à la suite duquel il publia le résultat de ses observations. On a déjà vu (*antè*, vol. II, p. 845) que, dans la Seeland et l'île de Möen, l'auteur avait décrit les dépôts quaternaires comme recouvrant directement la craie, mais que, dans plusieurs parties du Danemark, des sédiments tertiaires se trouvaient placés entre eux, ainsi qu'on l'observe dans les falaises du Norfolk et du Suffolk.

Les escarpements de Stevensklint qui occupent la face orientale du promontoire d'Heddinge sont formés de strates presque horizontaux d'un calcaire blanc, tendre, avec des lits de silex parallèles et des fossiles semblables à ceux de la craie blanche de France et d'Angleterre. L'épaisseur de cette craie est de 24 mètres, et au-dessus viennent : 1° un lit très mince d'argile bitumineuse feuilletée ; 2° un calcaire jaunâtre, plus dur, désigné sous le nom de *calcaire de Faxöe*, d'une épaisseur de 0^{m},30 à 1 mètre, rempli de fossiles crétacés et

---

(1) *Miner. Taschenbuch* de Leonhard, 1820, p. 40. — Voyez aussi *Sören Abildgaards, Beschreibung von Stevensklint und dessen natürlichen Merkwurdigkeiten aus dem Danischen übersetzt.*, Copenhague et Leipsick, 1764.

(2) *On the cretaceous and tertiary strata*, etc., sur les roches crétacées et tertiaires des îles danoises de Seeland et de Möen. (*Trans-act. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 243. — *Proceed.* id., vol. II, p. 191, 1835.)

(3) Journ. des sc. d'Édimbourg, juillet 1828.

passant au suivant; 3° calcaire blanc crayeux, également rempli de polypiers brisés et de coquilles; c'est le *calcaire supérieur de Stevensklint* ou *Lümsteen*, employé comme pierre de taille, et qui est traversé par des lits de silex impurs, bruns ou jaunâtres, disposés obliquement, ou flexueux et se coupant parfois sous divers angles.

Le calcaire à coraux de Faxöe, village situé au sud-ouest de Stevensklint, a 4 mètres d'épaisseur, et son aspect diffère essentiellement de celui de la craie blanche. Les polypiers y sont très abondants, et l'on y trouve, en outre, ce qui est rare ailleurs, 2 *Cypræa*, 1 *Oliva*, 2 *Mitra*, 4 *Cerithium*, 6 *Fusus*, 2 *Trochus*, 1 *Triton*, 1 *Nassa*, 1 *Bulla*, 1 *Patella*, 1 *Emarginula* et une trentaine d'espèces de bivalves; aucune de ces dernières ne se montre dans la craie sous-jacente. 10 espèces de brachiopodes diffèrent aussi de celles de la craie, mais un nombre égal de coquilles lamellibranches se présente à la fois dans les deux assises avec 42 espèces communes de polypiers. Des 104 espèces fossiles recueillies dans les deux étages crétacés du Danemark, 14 crinoïdes et échinodermes, 2 foraminifères et 2 annélides seraient communes à l'un et à l'autre ainsi que le *Baculites Faujasii* et le *Belemnites mucronatus*. Il y aurait, en outre, dans le calcaire de Faxöe, une Ammonite, fait important sur lequel cependant l'auteur n'insiste pas, puis deux Nautiles, dont l'un est le *N. danicus*, Schloth., rapporté par de Buch au *N. aganiticus*, que de Munster, d'après Sowerby, appelle *N. sinuosus* (1), et dont M. Beck a nié l'identité. Enfin, on y rencontre des pattes et même des carapaces de *Brachyurus rugosus*. Des crustacés voisins de ce dernier abondent encore dans les récifs modernes de polypiers des mers du Sud, auxquels la roche de Faxöe ressemble beaucoup.

Après avoir rappelé ce qui a été dit (*antè*, vol. I, p. 361) des observations de M. Nelson sur la matière crayeuse résultant de la décomposition des polypiers, M. Lyell pense qu'on peut se faire une idée assez exacte de l'état du fond des mers de l'Europe à l'époque de la craie. Les calcaires à coraux ont pu être formés alternativement ou bien en même temps, et il ajoute que la craie supérieure de la montagne de Saint-Pierre près Maestricht (*antè*, vol. IV, p. 144) a la plus grande analogie avec celle de Faxöe.

Le *substratum* du Danemark, dans la Seeland, le Jutland, l'île de

(1) *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 533.

Möen, etc., est, suivant M. Beck(1), une craie pure, tendre, blanche, avec des lits de silex noirs en rognons, et renfermant plus de 300 espèces de fossiles. Les Ammonites y sont très rares, ainsi que les restes de poissons, à l'exception des dents de *Lamna*. Les Marsupites n'y sont pas connus, mais les foraminifères et les bryozoaires y sont extrêmement répandus, ainsi que les spongiaires siliceux qui forment des lits entiers. Cette craie blanche est immédiatement recouverte par les bancs qui représentent le calcaire de Faxöe dont nous venons de parler, et qui sont jaunâtres, durs et susceptibles de poli. L'auteur les regarde comme se rapprochant davantage de ceux de Kunraed que de la craie supérieure de Maestricht proprement dite (*antè*, vol. IV, p. 144-154 *passim*). Le *Baculites Faujasii*, Sow., le *Nautilus fricator*, Beck, le *Fusus elongatus*, id., la *Terebratula subgigantea*, etc., y sont communs, mais aucune des espèces de cette assise n'aurait encore été rencontrée dans la craie des Alpes du Salzbourg.

Par suite de l'examen des fossiles, M. Beck pense que la craie de l'île de Saltholm, située dans le Sund, entre Malmöe et Copenhague, celle des falaises du Jutland, de Rugaard à Hjerm, celle qui est au sud de Thyolm et celle des falaises de Bulbjerg dans l'île de Skarrklit représentent ces assises supérieures de la côte orientale de la Seeland. Au-dessus, on remarque par places une brèche composée de fragments anguleux de craie et de silex cimentés par du carbonate de chaux.

Les collines crayeuses offrent généralement les contours arrondis et uniformes qu'elles affectent en Angleterre, avec cette différence qu'en Danemark elles sont couronnées par des monticules de gravier, de sable et de blocs erratiques. Les lits sableux de ces dépôts quaternaires renferment des coquilles identiques avec celles qui vivent encore dans la mer d'Allemagne et qui prouvent la submersion de cette craie pendant l'existence d'une partie au moins de la faune actuelle. Dans la Seeland, l'île de Möen et celle de Bornholm, la direction des couches crétacées se conforme à celle des roches granitiques les plus anciennes du midi de la Suède, mais il n'en est pas de même dans le Jutland où la direction résulte d'un autre système de dislocation.

Dans la partie sud-ouest de la Scanie, l'île de Saltholm, le Sund, au-dessous de Copenhague, et le Jutland, un calcaire com-

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 217, 1835.

pacte paraît se trouver immédiatement sous la craie blanche; mais ses relations stratigraphiques n'ont pas été observées directement (1). Depuis Mariager-Fjord, et lorsqu'on se dirige à travers le Lümfjord, on rencontre une autre portion de craie blanche régulièrement stratifiée : cette craie existe également près de Steenlöse dans le nord du Jutland, à Itzchoe dans le Holstein, dans l'île de Helgoland, et à Lunebourg, sur le continent, de sorte que, comme on vient de le dire, toutes les îles du Danemark, et les provinces situées au sud, reposent sur un sous-sol de craie, qui n'apparaît çà et là à la surface que par suite de dislocations locales. M. Forchhammer reproduit ensuite la description des couches de Stevensklint donnée longtemps auparavant par sir Ch. Lyell.

Dans un travail plus récent, le même géologue (2) a fait remarquer qu'au-dessus du premier banc de polypiers qui recouvrait la craie blanche, il y avait une couche de dolomie ou mieux de calcaire magnésien recouvert à son tour par un second calcaire entièrement composé de bryozaires, et contenant 1 pour 100 de magnésie. Cette substance proviendrait des coquilles et des polypiers qui en renferment toujours un peu. Dans les Isis et les Serpules, par exemple, la proportion paraît s'élever jusqu'à 6 ou 7 pour 100. Le calcaire magnésien précédent en contient 16 à 17 pour 100, et se présente ordinairement sous forme de masses globulaires, semblables aux concrétions actuelles de Tivoli et de Carlsbad, produites par les sources; aussi l'auteur ne doute-t-il pas que telle soit aussi l'origine de ce banc magnésien de Faxöe. Les sources se seraient

---

(1) G. Forchhammer, *Ann. der Chem. v. Poggendorff*, vol. LVIII, p. 609. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 262, 1846. — Voyez aussi sur les forages artésiens des environs de Copenhague (*Bull.*, 2ᵉ série, vol. IV, p. 763, 1847. — *Danmark geognostiske Forhold*. Rapports géologiques du Danemark, avec carte, in-4°, Copenhague, 1835. — *Geognostiske Skizze*, etc. Esquisse géognostique du Danemark et des pays voisins, 1 feuille avec coupes, 1840. — O.-N. Œlsen, carte, id., 1841, 2 feuilles. — Notes sur la géologie du Danemark (*Tidssk. for naturvid.* de *Kroeyer*, vol. II, p. 192). — Ib., vol. III, p. 546, 1841. — F.-W. Kabell, *Resultate einer in Jutland ausgeführten Bohrung*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 571).

(2) *Rep. 19th Meet. brit. Assoc. at Birmingham*, p. 36 des notices, Londres, 1850, — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 48 des notices. — *Oversigt over det kongl. Danske Videnskabernes*, etc. Revue des travaux de la Soc. r. des sc. de Danemark, p. 83, 22 juin 1849.

fait jour par les nombreuses crevasses de la roche sous-jacente, et il émet à cette occasion quelques idées théoriques sur le mode de formation de ces calcaires. Lorsque l'eau, dit-il, qui renferme des carbonates dissous par l'acide carbonique, vient à réagir sur l'eau de mer, il y a toujours un précipité plus ou moins abondant de carbonate de magnésie avec le carbonate de chaux, et la quantité du premier augmente avec la température.

M. Geinitz (1) rapporte aussi à la craie de Maestricht les calcaires à coraux ou *Lümsteen* de Stevensklint et les bancs à polypiers de Faxöe. La *Molkia isis* ou *Isis faxoensis* Steenst. et Forchhamm. (2), est le fossile qui a le plus contribué à la formation de ces anciens récifs de polypiers, où l'on trouve aussi le *Cyathidium holopus*, id., id., un crinoïde, la *Terebratula flustracea*, la *Cypræa bullaria* Schloth., trois crustacés, etc.

M. E. Desor (3), qui s'est occupé des dépôts de Faxöe, signale également, dans la craie blanche qui affleure au niveau de la mer, les *Ananchytes ovata* et *striata*, le *Galerites albo-galerus*, puis au-dessus le lit d'argile avec débris de poissons, et le calcaire de Faxöe proprement dit renfermant le *Cidaris Forchhammeri*, Des., la *Pyrina Freuchenii*, id., un *Holaster* et le *Brachyurites rugosus* Schloth. Le calcaire à polypiers qui vient plus haut, ou *Lümsteen* du Jutland septentrional, renferme, comme on l'a vu, les mêmes fossiles que dans les falaises de Stevensklint, où il est fort puissant, et où l'auteur cite l'*Ananchytes semiglobus*, Lam.

Croyant trouver dans ces assises une grande analogie avec le calcaire pisolithique du bassin de la Seine, bien qu'il ne cite que deux espèces communes (*Cidaris Forchhammeri* et *Nautilus danicus*), et ne connaissant probablement pas leurs rapports indiqués depuis longtemps avec la craie supérieure des environs de Maestricht, M. Desor proposa de désigner les calcaires à coraux du Danemark et le calcaire pisolithique sous la dénomination commune de *terrain danien*. Mais cette nouvelle expression ne se trouve justifiée ni par l'importance des couches sur les côtes de la Baltique, ni par un parallélisme suffisamment démontré, ni surtout par leur indépendance supposée avec celle des Pays-Bas. Nous ferons remarquer,

---

(1) *Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland*, p. 74, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 47.
(2) *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. V, pl. 1, fig. 5.
(3) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. IV, p. 179, 1846.

en outre, que le calcaire de Faxöe, qui repose directement sur la craie blanche, est encore surmonté de plusieurs assises très différentes (*Lumsteen*), tandis que l'assise de la craie de Maestricht, assimilée au calcaire pisolithique, est la partie la plus élevée de la craie supérieure de la Belgique, et qu'elle est séparée de la craie blanche par une épaisseur considérable de cette même craie supérieure. Ainsi, stratigraphiquement, l'analogie n'est pas fondée, et le calcaire de Faxöe correspondrait au contraire à la base de la craie de Maestricht.

M. Alc. d'Orbigny (1), qui a voulu étayer de quelques faits nouveaux cette dénomination de *terrain danien*, injustifiable sous tous les rapports, n'a pas mieux réussi que son devancier, car sur 62 espèces qu'il y signale, il n'y en aurait que 12 dans les couches du Danemark, les 50 autres étant du bassin de la Seine. Nous sommes entré à ce sujet (*antè*, vol. IV, p. 242) dans des détails sur lesquels nous n'avons pas à revenir, et si, depuis lors, quelques observations ont permis de placer au même niveau les dernières assises de la craie de Maestricht et le calcaire pisolithique, il ne nous est pas démontré, ainsi que nous venons de le dire, qu'il en soit de même du *calcaire de Faxöe* proprement dit, lequel renferme encore des Ammonites, des Baculites et des Bélemnites avec des espèces communes à la craie blanche sous-jacente, et est recouvert à son tour par les calcaires de Stevensklint, où l'on cite des Ananchytes.

À partir de l'horizon de la craie blanche, nettement établi dans le nord de la France comme dans les Pays-Bas et les régions baltiques, et en n'attribuant à ces faits locaux que l'importance qu'ils ont réellement dans l'ensemble de la formation, nous ne pouvons voir autre chose ici qu'un exemple de ces modifications observées partout dans les derniers sédiments des grandes périodes géologiques, modifications qui préparent pour ainsi dire l'apparition d'une faune nouvelle. Par conséquent, tout ce qui se trouve au-dessus de la craie blanche, dans le bassin de la Meuse comme dans celui de la Seine, et sur les bords de la Baltique, est compris pour nous sous la dénomination de *craie supérieure*, et constitue le premier étage du premier groupe de la formation crétacée. Cet étage peut, suivant les lieux, présenter des différences plus ou moins prononcées dans son épaisseur, dans ses caractères pétrographiques, dans le nombre

(1) *Bull.*, 2e série, vol. VII, p. 126, 1850. — *Prodrome de paléontologie*, vol. II, p. 290, 1850.

de ses couches et dans ses fossiles, lesquelles ne seraient que le résultat d'influences locales plus ou moins limitées.

Ile de Möen.

Dans l'île de Möen, située au sud de Stevensklint et de Faxöe, non-loin de la côte de Seeland, les falaises de craie, dit M. Lyell (1), ont de 60 à 150 mètres d'élévation. Les couches, accidentellement dérangées, sont en partie repliées, arquées, ou même verticales, comme sur les côtes orientales d'Angleterre (*antè*, vol. II, p. 79, 452, 459, et IV, p. 23), mais elles reprennent bientôt leur horizontalité et le tout est recouvert par un dépôt quaternaire de sable, d'argile, de cailloux et de blocs erratiques. Les sables et les argiles, souvent entourés par la craie, sont néanmoins toujours en relation avec le couronnement des falaises, par quelques fentes remplies aussi de sable et d'argile semblables aux parties enveloppées. De nombreux ravins, perpendiculaires à la direction des escarpements de la côte, représentent des lignes de brisures, et le dépôt diluvien supérieur semble s'être englouti dans leurs anfractuosités. De même que sur le littoral de Trimmingham (Norfolk), des masses de craie sont presque entièrement enveloppées, ou comme noyées dans le sable et l'argile, mais ici le phénomène a eu lieu sur une beaucoup plus grande échelle. De part et d'autre on peut juger que les dislocations résultent d'actions violentes, purement locales, très récentes, et qu'un ou plusieurs soulèvements ont ensuite élevé la masse entière de l'île.

Ces faits ont été constatés de nouveau et décrits avec beaucoup de soin par M. C. Puggaard (2), qui a remarqué que la partie orientale de Möen, plus élevée que toutes les autres îles du Danemark, présente, dans les falaises de Möens-Klint, un escarpement de plus de 125 mètres de hauteur, donnant une coupe naturelle très propre à l'étude de la craie qui s'y trouve surmontée de sable, d'argile et de cailloux quaternaires. La craie renferme des silex noirs, en lits ou en rognons, des nodules de pyrites et de célestine; elle est blanche et sa texture est très fine. Les fossiles y sont nombreux et bien conservés, et, à l'exception des polypiers anthozoaires et des bryozoaires qui n'ont pas encore été suffisamment

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. V, p. 243. — *Proceed.*, id., vol. II, p. 191, 1835.

(2) *Möens Geologie*, etc. Géologie de l'île de Möen, in-12 avec pl., Copenhague, 1851. — *Bull.*, 2e série, vol. VIII, p. 532, une pl. 1851.

étudiés, l'auteur y signale 83 espèces, dont celles qui sont communes à d'autres localités permettent d'assigner à cette craie le niveau de la craie blanche proprement dite. Elle n'est point recouverte, comme dans la falaise de Stevensklint et à Faxöe, par la craie supérieure, et cela sans doute parce qu'elle se trouvait émergée lors du dépôt de cette dernière.

L'auteur insiste, avec raison, sur cette circonstance que, malgré les bouleversements de toutes sortes qui ont affecté la craie de cette île, il n'y en a aucune trace dans les escarpements de la côte de Stevensklint, situés à peu de distance au nord, et dont les strates sont parfaitement réguliers, suivis et uniformes. Ce n'est d'ailleurs qu'aux extrémités de la falaise de Möens-Klint, qui a 18 kilomètres de long, que la craie, redevenue à peu près horizontale, est régulièrement recouverte par les dépôts erratiques. Dans tout l'espace intermédiaire, les couches sont redressées, courbées, plissées en zigzags, en S, en demi-cercles ou en voûtes, en fer à cheval, ou bien coupées et interrompues par des failles énormes et entrelacées de la façon la plus bizarre.

Comme M. Lyell, M. Puggaard pense que toutes ces dislocations sont très récentes, presque contemporaines entre elles, et postérieures aux dépôts quaternaires, puisque ceux-ci en ont été partout affectés. Néanmoins, on peut croire qu'elles sont le résultat d'un certain nombre de mouvements successifs, et, outre les directions principales qu'on y observe, on en remarque d'autres qui sont perpendiculaires aux premières. L'auteur attribue ces bouleversements à une pression latérale violente, ce qui est en effet très possible, mais que cette pression résulte de la contraction générale du globe, c'est une hypothèse que l'horizontalité des couches vers le haut et leur inclinaison vers le bas ne suffisent pas pour justifier. Un phénomène de cet ordre qui aurait eu une origine aussi profonde aurait laissé des preuves de son action sur une bien autre échelle que des brisures de quelques centaines de pieds, et n'aurait pas manqué de se faire sentir au delà de quelques lieues, sur les côtes voisines de la Seeland, par exemple, où tous les strates crétacés sont encore dans leur position première.

Ile de Bornholm.

Le seul point du Danemark où se montrent le gneiss et le granite semblables à ceux de la Scandinavie est la partie nord-est de l'île de Bornholm, située sur le prolongement sud-est de la Scanie. Au sud et au sud-ouest, sont les roches siluriennes, continuation de celles de cette dernière province, puis viennent à l'ouest des couches plus

récentes, sur l'âge desquelles des opinions assez diverses ont été émises. Ainsi, elles ont été rapportées d'abord à la formation carbonifère, à cause de la grande quantité de charbon et d'empreintes de Fougères qu'on y trouve, et regardées ensuite comme de l'époque quaternaire avec des lignites. Alex. Brongniart les plaçait dans le lias, et le docteur Pingel dans l'*iron-sand*. Enfin, M. Beck (1) les met en parallèle avec celles qui, en Angleterre, sont comprises entre les sables d'Hastings et les derniers sédiments du grès vert inférieur. On y rencontre des *Pecopteris* et des capsules de graines de la famille des restiacées, semblables à celles du Sussex. Des coquilles marines se trouvent associées aux débris de Fougères, et le dépôt paraît s'être formé dans la mer, à peu de distance de l'embouchure de la rivière ou du delta où se formaient aussi les couches wealdiennes du nord-ouest de l'Allemagne. M. Forchhammer (2), qui croyait avoir trouvé des Fucoïdes (*F. intricatus*) dans ces couches, y voyait le représentant du grès des Carpathes et des Alpes, probablement de ceux qui, plus tard, ont été rangés dans le terrain tertiaire inférieur, et que plusieurs géologues prenaient alors pour une dépendance du trias. Quoi qu'il en soit, il nous semble qu'on doit voir dans ces strates le prolongement sud-est des grès d'Hoganaes et de Hör, dont nous avons parlé ci-dessus, et qui sont eux-mêmes assez problématiques. Au sud de ces assises charbonneuses sont des sables siliceux et des calcaires renfermant 30 ou 40 espèces de coquilles, et que M. Beck rapporte au *grès vert supérieur*. Près d'Arnager, il existe un petit lambeau de calcaire blanc-verdâtre, rempli de fossiles du premier étage de la craie tuffeau ou *lower chalk* des environs de Lewes (Sussex).

§ 3. Poméranie.

Ile de Rügen.

Les couches crétacées de l'île de Rügen, dit M. F. de Hagenow (3),

---

(1) *Notes on the geology*, etc. Notes sur la géologie du Danemark, (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 217, 1835). — Vargas Bedmar, *Die Insel Bornholm*, Francfort, 1819. — *Miner. Taschenb.*, 1820, p. 3. — Oersted et Esmark, *Beretning om en Undersogelse over Bornholm's*, etc., in-8, avec carte. Copenhague, 1820. — Garlieb et Rawert, *Bornholm beserеven*, etc., in-8, avec carte géol., Copenhague, 1819.

(2) *Ann. der Chem. v. Poggendorff*, vol. LVIII, p. 609. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 262, 1846.

(3) *Monographie der* Rügen'*schen Kreide-Versteinerungen* (*Neu.*

se montrent principalement dans les falaises qui bordent la côte de la presqu'île de Jasmund, et qui, près de Stubbenkammer, atteignent une hauteur de 133 mètres. Depuis Sassnitz jusqu'à Ranzow la côte est formée de craie pure, blanche, avec des lits de silex nombreux et parallèles, et surmontée d'un dépôt quaternaire de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur. Au sud-ouest, on la voit encore recouverte, çà et là, de sable et de cailloux roulés, et il en est de même le long de la péninsule de Wittow, dans l'île d'Hinddensee, sur les parties boisées de Granitz, etc. La craie incline faiblement vers l'intérieur du pays où il est rare qu'elle affleure à la surface, excepté près de Poissow, Hoch-Seelow, Krentz, etc., dans la presqu'île de Jasmund, près d'Altencamp et de Preseke, dans l'île de Rügen proprement dite. Les silex, quelquefois en plaques minces, se perdent ou se fondent insensiblement dans la masse, circonstance dans laquelle M. de Hagenow trouve une preuve de la tranquillité des eaux où se déposait la craie, et qu'appuierait la conservation parfaite des polypiers et des bryozoaires les plus délicats. L'extinction de quantités innombrables de Méduses serait, suivant lui, la cause première de la présence des silex dont la substance aurait été, à ce qu'il semble, comme attirée ou extraite de la masse crayeuse par l'influence de ces corps organisés. Nous nous abstenons d'émettre aucune réflexion sur l'étrangeté de cette hypothèse ; il suffit d'avoir observé avec quelle rapidité sont détruits et disparaissent les corps des Méduses rejetés sur les plages, pour être convaincu qu'ils n'ont jamais pu exercer aucune action sur les molécules de silice environnantes.

Sur la côte de Stubbenitz, un soulèvement violent a bouleversé et crevassé en tous sens la masse de craie en l'inclinant au S. L'horizontalité de celle-ci est d'ailleurs l'exception et les strates offrent tous les degrés d'inclinaison jusqu'à la verticale. A un demi-mille

---

Jahrb., 1839, p. 253, pl. 4 et 5. — Ib., 1840, p. 631, pl. 9. — Ib., 1842, p. 526, pl. 9). — Voyez aussi F.-Ad. Roemer, *Die Versteinerungen d. nordd. Kreidegeb.*, p. 118, 1840. — H.-B. Geinitz, *Das Quadersandst. oder Kreidegeb.*, etc., p. 69, 1849. — Les roches secondaires de la Poméranie et la craie des îles de Rügen, Usedom et Wollin (*Baltische Studien*, etc., publiées par la société de Poméranie, cah. I, Stettin, 1835). — W. Dunker, sur la monographie des bryozoaires de la craie (*Neu. Jahrb.*, 1849, p. 683).

au nord de Sassnitz, sur la côte de Kielcr, on observe une muraille crayeuse de 100 mètres de hauteur, dont les couches inégalement soulevées sont fracturées de haut en bas, et dont les fentes ont été remplies par le dépôt de transport diluvien. Cette partie du littoral de l'île appartient aux assises les plus basses qui viennent au jour dans le pays, comme le prouvent le sens de leur inclinaison et la grande abondance des polypiers. Les assises supérieures, brisées et dénudées dans la partie septentrionale de l'île lors du soulèvement, ont été soumises ensuite à l'action énergique des glaces venant du nord, et ont en grande partie disparu.

L'auteur fait remarquer que l'inclinaison générale de la craie dans l'île de Möen paraît être au N., tandis que dans celle de Rügen, elle serait au S.; mais il ne doute pas que dans cette dernière le phénomène n'ait aussi eu lieu à l'époque diluvienne ou mieux à la fin de cette époque. Le fond de la mer doit avoir été auparavant couvert d'un puissant dépôt de transport qui lors des dislocations se sera introduit dans les fentes. Des blocs enveloppés d'abord dans ces accumulations détritiques se trouvent aujourd'hui sur les points élevés du pays. Tels sont les blocs de granite de la presqu'île de Jasmund, près de Bisdamitz, qui ont de 1000 à 5000 pieds cubes. Dans cette partie du pays, l'épaisseur du dépôt de transport est très faible, et la craie est presque partout à nu. Tout porte à croire, en effet, que le soulèvement et la dislocation de la craie, comme la dénudation d'une partie des accumulations détritiques et le remplissage des fentes, sont des phénomènes postérieurs aux dépôts quaternaires. Comme les îles de Möen et de Bornholm, l'île de Rügen ne présente point de trace de la craie supérieure de la Seeland. M. de Hagenow signale seulement, sur la côte de l'île d'Usedom, un bloc considérable de calcaire gris, assez dur, parsemé de points verts, et dans lequel se trouvaient des fragments d'*Ananchytes ovata.*

Les fossiles des dépôts quaternaires de Rügen sont principalement des dents d'Éléphant, de *Bos taurus*, de Cheval, de Cerf-Élan et des bois de ce dernier animal.

Dans la partie de son travail, publiée en 1839, M. de Hagenow a décrit et figuré, comme provenant des couches crétacées, 147 espèces de spongiaires, d'anthozoaires, et plus particulièrement de bryozoaires; dans la seconde, publiée en 1840, il a traité des radiaires et des annélides, et donné un supplément pour les polypiers. On y remarque 7 *Cidaris*, dont les *C. vesiculosus*, Gold.,

scutiger, id., *granulosus*, id., *variolaris*, Brong., et 3 espèces nouvelles ; 6 *Ananchytes* (*A. ovata*, Lam., *striata*, id., *sulcata*, Gold., *corculum*, Lam., *conoideus*, Gold., et 1 nov. sp.) ; 5 *Galerites* (*G. albo-galerus*, Lam., *vulgaris*, id., *abbreviatus*, id., *depressus*; ? id., *sulcato-radiatus*, Gold.) ; 7 *Spatangus* (*S. granulosus*, Gold., *subglobosus*, Leske, *suborbicularis*, Defr., *amygdala*, Gold., *cor-anguinum*, Lam., *gibbus*, id., et 1 n. sp.) ; 1 *Asterias*, 2 *Ophiura*, 2 *Glenotremites*, 5 *Pentacrinites*, n. sp. ; *Apiocrinites ellipticus*, Mill., *Eugeniacrinites Hagenowi*, Gold., *Herta mystica*, Hag., 10 *Serpules* et 2 *Talpina*, nov. gen.

Dans la troisième partie consacrée aux restes d'animaux mollusques, on remarque parmi les brachiopodes 9 Cranies, 17 Térébratules (*T. gallina*, Brong., *plicatilis*, Sow., *octoplicata*, id., *pisum*, id., *striatula*, id., *carnea*, id., *subplicata*, Mant., *chrysalis*, Schloth., *pulchella*, Nils., et plusieurs espèces nouvelles dont 3 sont rangées dans le genre *Orthis*) ; parmi les acéphales, 8 *Ostrea*, 2 *Exogyra* (*E. conica*, Sow.), 18 *Pecten*, 12 *Lima*, 4 *Spondylus*, 7 *Inoceramus*, *Gervillia selenoides*, Defr., 1 *Avicula*, 5 *Arca*, 1 *Nucula*, 3 *Pinna*, 1 *Mytilus*, 3 *Isocardia* ; parmi les Gastéropodes, 3 *Patella*, 2 *Rostellaria*, 1 *Delphinula*, 3 *Trochus*, *Cirrus perspectivus*, Mant. ; parmi les Céphalopodes, *Belemnites mucronatus*, Schloth., *Nautilus simplex*, Sow., *N. elegans*, id., *Ammonites nutfieldiensis*, id., *A. constrictus*, id., et 1 nov. sp., *Scaphites æqualis*, Sow., *S. striatus*, Mant., *S. costatus*, id., *Hamites attenuatus*, id. et 1 n. sp. *Baculites anceps*, Lam., et 1 n. sp. Enfin, une grande quantité de foraminifères des genres Nodosaire, Frondiculaire, Marginuline, Planulaire, Textulaire, Bulimine, Valvuline, Rotaline, Globigérine, Truncatuline, Planorbuline, Robuline, Cristellaire, Orbignyne et Nonionine y sont aussi très répandus.

D'après ces fossiles, et surtout d'après les céphalopodes, les ostracées, les Inocérames et les brachiopodes, il semble qu'il existe dans l'île de Rügen, outre la craie blanche, de véritables représentants du premier et du second étage de la craie tuffeau, et malgré le travail fort intéressant M. de Hagenow, la formation crétacée de ce pays demanderait à être étudiée de nouveau sous le rapport des divisions qu'on peut y établir.

Iles d'Usedom, Wollin, etc.

Dans l'île d'Usedom, la craie se montre sur divers points, puis à l'est, près de Parlow, et, dans plusieurs parties du district de Camine, elle renferme le *Belemnites mucronatus*, l'*Apiocrinites el-*

lipticus et de nombreuses coquilles foraminées (1). Elle existe plus au sud, non loin de Stettin, sur la rive droite de l'Oder, comme plus à l'ouest, au nord de la Peene, près de Loitz et de Gutzkow. Une bande crétacée s'étendrait aussi depuis Prenzlau jusqu'à Pezelin, dans le voisinage de Clempow, et quelques affleurements isolés ont été signalés, au sud et au sud-ouest, par M. H. v. Blücher et Fr. Hoffmann (2).

§ 4. Mecklembourg et Holstein.

Si nous nous avançons actuellement vers l'O., à travers le Mecklenbourg et le Holstein, pour gagner les côtes de la mer du Nord, vers l'embouchure de l'Elbe et celle du Weser, nous trouverons encore le pays de collines du centre de la première de ces provinces, reposant sur la craie qui se continue dans sa partie méridionale jusque sur les limites de la Marche de Brandebourg. Dans le Holstein, à Lagersdorf, près d'Itzehoe, M. Forchhammer (3) mentionne aussi des assises crayeuses, et dans l'île d'Helgoland (4), une marne argileuse et schisteuse, connue sous le nom de *toëk*, ressemble beaucoup à celle des environs de Hils (Hanovre). Elle est

---

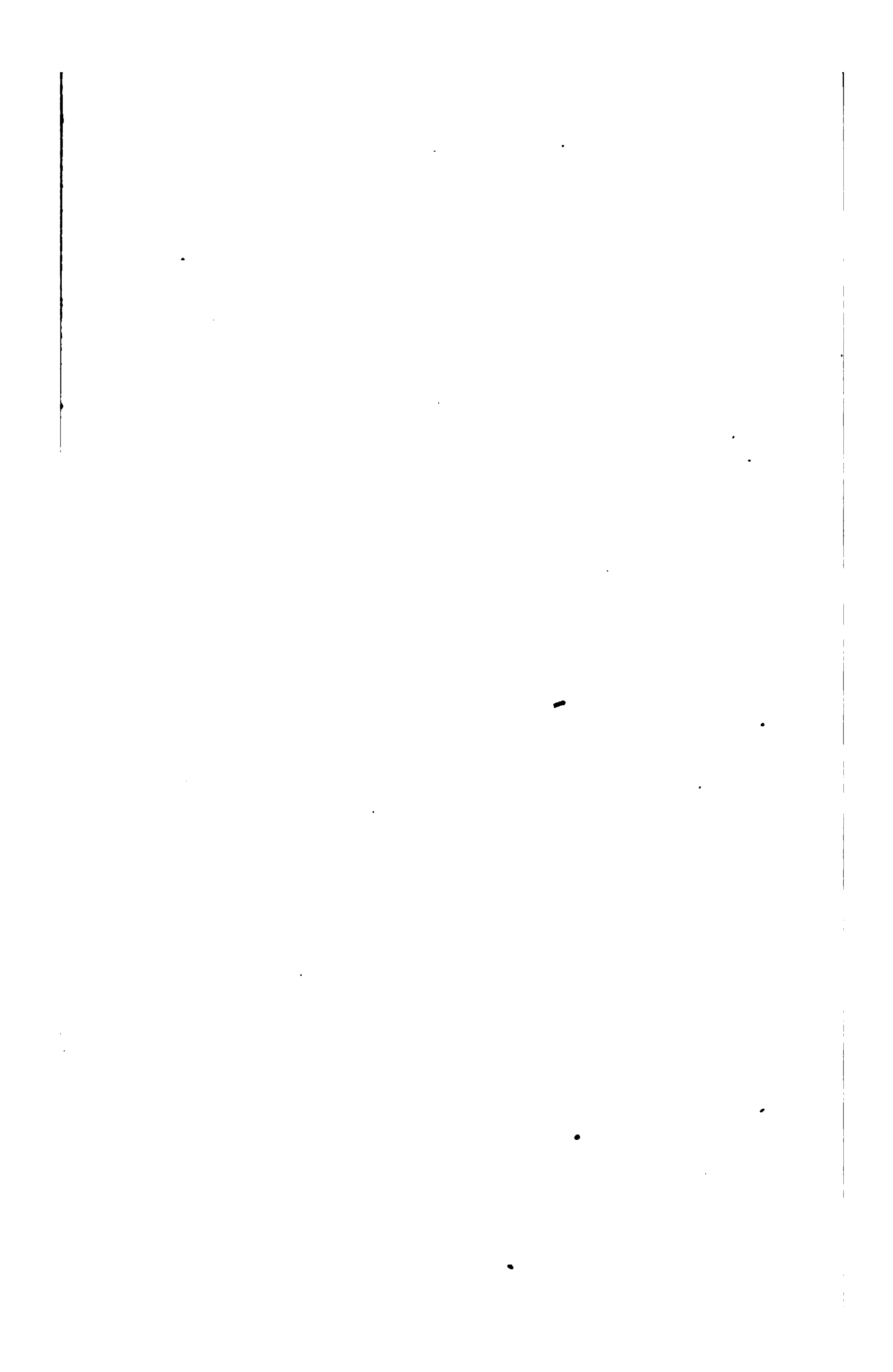
(1) Gumprecht, *Zur geognostischen Kenntn. von Pommern*, etc., (*Arch. für Miner. von Karsten*, 1846, p 404).

(2) *Ann. der Chem. v. Poggendorff*, vol. XII, p. 109, 1828.

(3) *Arch. für Miner. v. Karsten*, vol. XX, p. 408. —Voyez aussi Virck, Formation crétacée du Mecklembourg, le gypse, les argiles, etc. (*Bericht üb. d. Versamml. d. geognost. Vereins f. d. Baltisch. Lander*, 1844, p. 5, Lubeck.—Geerz, carte géol. du Holstein (ib., p. 6). — Zimmermann, sur les rapports géologiques de Hambourg et de ses environs (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 371, carte et coupes, pl. 4, 5).

(4) *Der Decken* (*Phil. hist. Untersuchung über d. Insel Helgoland*, in-8, Hanovre, 1826, avec 2 cartes). — Lappenberg, *Uber d. chemalig Umfang*, etc., in-8, Hambourg, 1830, avec carte. — Macculloch, *Transact. geol. Soc. of London*, vol. I. — *Die Seebeder auf Norderney*, etc., par L. Richter, in-8, Berlin, 1833. — Sur quelques fossiles crétacés ou jurassiques d'Helgoland, par Bronn et Philippi (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 317; ib., 1838, p. 164). — (*Bull.*, 1re série, vol. V, p. 183).— Fr.-Ad. Roemer, *Die Verstein. d. Nordd. Kreidegeb.*, etc., in-4, Hanovre, 1840. — K.-W.-M. Wiebel, *Die Insel Helgoland*, Hambourg, 1848.

quelquefois tachée de blanc ; les fossiles y sont nombreux et souvent changés en fer sulfuré. Des marnes de diverses couleurs, inclinées à l'E., avaient été rapportées au grès bigarré par Fr. Hoffmann, tandis que MM. Lichtenstein et Kunowsky ont réuni au *grès vert* les calcaires fossilifères qui sont au-dessus de la craie et des grès à lignites dans la partie orientale de l'île, où 5 ou 6 espèces d'Ammonites ont été trouvées à la surface du sol.



CHAPITRE VII.

FORMATION CRÉTACÉE DU NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

Disposition générale.

Les couches crétacées, que nous avons vues disparaître au nord-est d'Aix-la-Chapelle, sous des dépôts plus récents, viennent affleurer de nouveau sur la rive droite du Rhin, entre les vallées de la Ruhr et de la Lippe. Commençant un peu au nord de Mülheim, et se dirigeant à l'E. par Essen, Bochum, Dortmund, jusqu'au delà de Stadtberg, elles s'appuient, dans toute cette étendue, sur les divers étages de la formation carbonifère. Une bande étroite, très flexueuse, descend au sud de Stadtberg, se bifurque, et entoure le massif triasique de Korbach pour se diriger d'une part vers Furstenberg, et de l'autre vers Valdeck. Plusieurs lambeaux isolés s'observent encore au delà dans cette direction, le premier au milieu du système silurien, le second sur le trias, le troisième au sud de Wetter, à la limite des deux systèmes, enfin un quatrième, à peu près dans la même position, non loin d'Haina. Au nord de Stadtberg, la bande crétacée précédente remonte d'abord jusqu'au delà de Paderborn, puis s'infléchit au N.-O., longe le Teutoburger-Wald, et se continue au delà de l'Ems, pour se perdre, entre la Vechte et la Dinkel, sous les sédiments quaternaires de la Hollande. Cette zone, recourbée en forme de fer à cheval et ouverte à l'O., comprend, dans son intérieur, d'assez grandes surfaces où la craie s'élève au-dessus des dépôts plus récents, comme entre la Lippe et l'Ems, aux environs de Munster, de Coesfeld, de Dülmen, etc.

Au nord d'Osnabruck, sur le versant septentrional du Wesergebirge, autour de Minden, puis lorsqu'on se dirige à l'E., vers Hanovre et Brunswick, de même qu'en longeant le pied septentrional du Harz, on retrouve divers groupes crétacés appuyés contre les couches jurassiques ou du trias, jusqu'à la petite rivière de la Selke dont les eaux se réunissent à celles de la Bode avant de se jeter dans l'Elbe.

Ainsi, la formation crétacée, comprise entre le Rhin et l'Elbe, peut se diviser géographiquement en deux régions : l'une à l'ouest, s'étendant du Teutoburger-Wald au Rhin, appartient à la Westphalie,

dant à notre second étage de ce groupe, M. Roemer (p. 123) indique le calcaire *Pläner*, qui est une marne plus ou moins solide, près d'Essen, où elle surmonte l'assise désignée par lui sous le nom de *conglomérat de Hils*, mais nous verrons que cette superposition n'est pas immédiate. On suit cette marne peu épaisse par Bochum jusqu'à Paderborn, puis de cette ville, par Bielefeld et Ibourg, jusqu'à Grass, près Ahaus. A Bochum, la roche est douce au toucher, jaunâtre, blanchâtre ou gris bleu, avec *Inoceramus mytiloides*, *Ammonites varians*, etc. Vers l'est, elle devient plus solide, et prend le caractère de la pierre connue plus particulièrement sous le nom de *Pläner*. Sous cette assise, l'auteur appelle *sable vert* (*Grünsand*), et comme pouvant représenter le grès vert supérieur d'Angleterre (*upper green sand*), certaines marnes tachetées de rouge (*Flammenmergel*, marnes dont les taches ont la forme de flammes), puis quelques lits de sable vert. Les carrières des environs de Werl montrent la coupe suivante :

1° Terre végétale	0m,64
2° Lehm	1m,62
3° Marne calcaire blanc grisâtre (pläner), renfermant des sphéroïdes marneux et sableux, et l'*Inoceramus mytiloides*.	1m,29
4° Calcaire marneux fendillé, gris, solide, avec *Inoceramus Cuvieri*, *Ananchytes ovata*, *Scyphia radiata* (pläner employé pour la fabrication de la chaux)	2m,27
5° Marne sablonneuse grise avec des grains verts, *Ammonites varians*, *Terebratula biplicata*, *Inoceramus striatus*, *Pecten laminosus*	2
6° Marnes tendres peu glauconieuses.	

Les assises 5 et 6 appartiendraient seules au *sable vert*, et les deux autres à l'étage précédent. Ce sable vert, qui se montre encore près de Bausenhagen, sur la pente méridionale du Hardt, recouvre le grès houiller, lorsque le conglomérat de Hils vient à manquer. Les marnes placées au-dessus sont calcaires, argileuses ou glauconieuses ; celles du dessous deviennent aussi sableuses et d'un vert foncé. Elles se délitent, s'effleurissent à l'air, et renferment des nodules siliceux, des couches schisteuses et des bancs de grès. On y trouve la *Terebratula biplicata*, Sow., l'*Ostrea serrata*, Defr., l'*Holaster subglobosus*, Ag., les *Ammonites varians*, Sow., et *falcatus*, Mant., les *Nautilus elegans*, Sow., et *simplex*, id., et l'*Inoceramus concentricus*, id., fossiles, qui, d'accord avec la stratification et le peu d'épaisseur des couches, nous font penser que

celles-ci appartiennent encore au second étage de la craie tuffeau, et ne doivent être regardées que comme des modifications locales des précédentes. On les suit à l'est du Hardt jusqu'à Erwitte, et au sud par Neheim, Mühlheim jusqu'à Rüthen.

Le grès (*Quadersandstein*), que M. Roemer (p. 126) assimile au grès vert inférieur d'Angleterre (*Shanklin sand*, *lower green sand*), est encore une dépendance du même groupe de la craie tuffeau, ou sur d'autres points une modification des assises dont nous venons de parler. Dans le Teutoburger-Wald, aux environs de Bielefeld, d'Ibourg et près de Horn, il constitue des couches puissantes. Dans le voisinage de Rothenfelde, les plus élevées sont un conglomérat siliceux avec un ciment ferrugineux, et les plus basses des grès fins, blancs, renfermant des bandes d'un jaune d'ocre. Le *Hamites gigas*, Sow., l'*Ammonites Decheni*, Roem., la *Mya elongata*, id., la *Thracia Phillipsii*, id., et la *T. elongata*, id., y ont été signalés. Au nord de Recklinghausen, le même grès forme la petite chaîne du Hardt, et, près de Haltern, l'Annaberg et le Hohe-Mark. Dans toute cette partie de la Westphalie, il constitue une masse sablonneuse de 55 à 60 mètres d'épaisseur, blanchâtre, brunâtre, ou rougeâtre, enveloppant des fragments de quartz, de fer hydroxydé et des bancs de grès qui passent au quartzite. La présence des *Pecten muricatus*, Gold., et *quinquecostatus*, Sow., de la *Chama costata*, Roem., du *Mytilus eduliformis*, id., de l'*Inoceramus mytiloides*, var. Mant., et l'absence d'espèces plus caractéristiques, ne permettent pas de placer ce grès au niveau que semble leur assigner M. Roemer, d'après le titre de la section où il les décrit ; ils appartiendraient tout au plus au premier étage de la craie tuffeau, immédiatement sous la craie blanche.

En revenant plus tard sur ce sujet, le même géologue (1) a fait remarquer que ce grès était le même que celui qui, dans d'autres parties de l'Allemagne, se trouve à la base du pläner, mais lorsqu'il hésite ensuite à le mettre en parallèle avec le quadersandstein de la Saxe et de la Bohême, parce que ce dernier serait presque dépourvu de fossiles, M. Roemer nous semble prendre le grès supérieur pour l'inférieur, car celui-ci est fort bien caractérisé par les corps organisés qu'il renferme dans tout le haut bassin de l'Elbe, tandis que le grès placé sur le pläner est en effet très pauvre. On vient de dire que ce grès alternait avec une marne cal-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 273.

caire d'un vert gris; celle-ci, de son côté, passe au calcaire qui constitue la partie élevée du sud-ouest du Teutoburger-Wald, particulièrement à Œrlinghausen et jusqu'au delà de Halle, où il forme des collines coniques. La roche ressemble alors au calcaire pläner, et renferme les mêmes fossiles (*Ammonites varians*, *A. rhotomagensis*, *Inoceramus concentricus*, *Ananchytes ovata*). On voit que cette marne d'un gris-vert, qui relie le grès au calcaire pläner, occupe la place des marnes tachetées (*Flammenmergel*), qui sur plusieurs points du Harz et des bords du Weser sont à la base du calcaire pläner.

Enfin, l'assise que l'auteur nomme conglomérat de Hils (*Hilsconglomerat*) consiste en une roche quartzeuse avec silicate de fer, cimentée par une marne calcaire ferrugineuse, jaunâtre, ou grisâtre. Sur les bords de la Ruhr, et particulièrement à Essen, elle repose sur la formation houillère. Près de Hagenbecker Zeche, c'est un grès dur, verdâtre, à grain fin; ailleurs elle est à l'état de sable ferrugineux, jaune ou gris avec des grains verts. A l'ouest d'Essen, elle est surmontée par le calcaire marneux du pläner.

Les fossiles du conglomérat de Hils, quoique nombreux, ne pouvaient que difficilement mettre M. Roemer sur la voie du véritable niveau de cette assise remarquable. Quelques espèces imparfaitement déterminées, et d'autres, dont le gisement n'avait peut-être pas été non plus bien constaté, purent seules l'engager à la placer aussi bas dans la série. Nous verrons que, par suite de recherches ultérieures, elle a dû être reportée à la base du second groupe, parallèlement au *tourtia* du Hainaut et de la Flandre qu'elle représente probablement ici, et où manque de même le gault et tout le reste de la formation crétacée inférieure.

Mémoire de M. Becks.

D'après les observations de M. Becks (1), les marnes crayeuses, qui s'étendent de l'E. à l'O., dans le voisinage de la Rhur, inclinent faiblement au N. Près d'Essen et aux environs, les couches les plus basses recouvrent les dépôts carbonifères. A Griesenbruche, au midi de Bochum, une assise moins ancienne, désignée sous le nom de *pläner inférieur* (*untere Pläner*), recouvre ces mêmes dépôts carbonifères; mais plus ordinairement le sable vert occupe cette position. La coupe de Dellwig, sur l'Unna, près de Königsborn, montre de haut en bas: 1° *marne supérieure*, 2° *troisième*

(1) *Bemerkungen über die Gebilde*, etc.: Observations sur les formations qui recouvrent en partie les dépôts carbonifères dans le voisinage de la Ruhr; 1843.

sable vert, 3° *marne pläner supérieure*, 4° *deuxième sable vert*, 5° *marne pläner inférieure*, 6° *premier sable vert*, 7° *formation carbonifère*.

Le premier sable vert qui repose sur le terrain de transition renferme beaucoup de fossiles et des minerais de fer en grains; il représente le *Hilsconglomerat* de M. Ad. Roemer, et s'étend de Spelldorf jusqu'aux environs d'Unna. La marne pläner inférieure qui vient au-dessus est argileuse, passe même à l'argile plastique, et renferme de nombreux *Inoceramus mytiloides*. Le second sable vert comprend des concrétions irrégulières de calcaire argileux, peu solides, sans minerais de fer et sans fossiles. La marne pläner supérieure a la plus grande analogie avec la précédente. Le troisième sable vert, qui la recouvre au nord-ouest de Dortmund, constitue une bande étroite d'un vert foncé. La roche assez solide renferme des fossiles. Enfin, la marne supérieure s'étend au N.-O. jusqu'à la Lippe et au pied du Hardt. C'est une marne calcaire, dont les caractères minéralogiques sont assez variables, mais dont les fossiles sont ceux de la craie blanche. Elle forme probablement le sous-sol du pays plat de Munster.

Mémoire de M. Heinrich.

M. Heinrich (1), qui a publié aussi sur le même pays un travail accompagné d'une carte géologique, a confirmé les vues de M. Becks, en donnant des détails plus circonstanciés. Adoptant les six divisions précédentes, il fait voir que le premier sable vert passe à un conglomérat de fer silicaté (*Bohnerz*) et de grains de quartz, cimentés par une marne calcaire, sableuse, grisâtre, jaunâtre, verdâtre, assez solide (conglomérat de Hils, Roem.). La marne pläner inférieure se divise en quatre assises : 1° calcaire blanc jaunâtre, solide, recouvrant le sable vert, renfermant des nodules siliceux, et d'une épaisseur de 6 à 7 toises (2); 2° calcaire blanc verdâtre, de 4 à 10 toises d'épaisseur et s'amincissant vers l'E.; 3° marne argileuse gris bleuâtre, dont la puissance varie comme celle de la seconde assise et qui diminue vers l'E. et le N.; 4° marne argileuse gris

(1) Ne connaissant pas le travail original de M. Heinrich, nous empruntons ce qui suit aux passages rapportés textuellement par M. Geinitz (*Das Quadersandst. oder Kreidegeb. in Deutschland*, p. 19, 1849).

(2) Nous traduisons ici *Lachter* par toise, mais nous ne savons pas exactement la valeur de l'unité de mesure employée par l'auteur, cette valeur n'étant pas indiquée, et variant suivant les divers États de l'Allemagne.

verdâtre, alternant avec des sables et renfermant peu de fossiles; son épaisseur varie de 3 à 8 toises.

Le second sable vert diffère du premier par ses caractères minéralogiques comme par ses fossiles. Son épaisseur, au pied du Salkenberg, est de 6 à 8 toises. On le voit, par places, passer sous la marne pläner supérieure. Celle-ci est moins argileuse que l'inférieure; ses fossiles sont très différents; elle renferme plus de calcaire, des silex, souvent du calcaire spathique et des pyrites; son épaisseur moyenne varie de 20 à 33 toises, et elle constitue la chaîne de collines de Salkenberg à Wattenscheid, recouvrant la marne pläner inférieure, sans doute à cause de l'absence du second sable vert en cet endroit. Au delà et dans la vallée de l'Emsche, elle est surmontée par un dépôt de transport.

Le troisième sable vert est aussi surmonté de dépôts quaternaires; il est plus épais, à grain plus fin, et plus solide que le second, et sans minerai de fer. On l'observe sous la marne crayeuse des hauteurs d'Osterfeld. Celle-ci se montre au nord de la ville; elle est jaunâtre, grisâtre, semblable aux couches du pläner supérieur des environs de Stoppenberg, et renferme les mêmes fossiles. Il résulterait de cette dernière circonstance que, d'après ce qu'a dit M. Becks, les fossiles de la craie blanche se trouveraient aussi dans la marne pläner supérieure. Au-dessus de ces six divisions de la craie s'étend un sable très fin, remplissant une grande partie de la vallée de l'Emsche, et se prolongeant au delà vers le S. et vers l'O. Au midi d'Essen, il atteint de 110 à 112 mètres d'altitude, et son épaisseur varie depuis quelques pieds jusqu'à 8 ou 9 toises. Il passe à une marne jaune, et renferme parfois des bois fossiles et des végétaux altérés, puis des silex, des pyrites, des fragments de granite ou de grès roulés, et des minerais de fer.

Ouvrage de M.-B. Geinitz.

Au sud d'Oberhausen, M. Geinitz (1) indique la coupe suivante:

1. Sable superficiel		17 pouces.
2. Troisième sable vert	5 toises.	
3. Marne pläner supérieure	1	
4. Deuxième sable vert	3	
5. Marne pläner inférieure, bleu verdâtre, avec *Inoceramus concentricus*.	6	
6. Premier sable vert	1 1/2	
7. Schistes houillers.		

(1) *Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegeb. in Deutschland.* In-8. Freiberg, 1849.

Le premier sable vert, désigné par les ouvriers sous le nom de sable rouge (*rother Sand*), renferme les fossiles propres à ce niveau (*Ostrea diluviana*, Linn., *O. carinata*, Lam., *Spondylus striatus*, Gold., *Pecten asper*, Lam., *Nautilus elegans*, Sow., une grosse Ammonite et *Turrilites essensis*, Gein.). On peut l'observer surtout à l'ouest d'Essen, près de Frohnhausen, d'où proviennent les fossiles qu'ont décrits Goldfuss et M. F.-Ad. Roemer. Les carrières des environs montrent au-dessus la marne pläner inférieure remplie d'*Inoceramus mytiloides*. Au nord-ouest d'Essen, le second sable vert renferme le *Nautilus elegans*, Sow., le *Spondylus spinosus*, Gold., la *Terebratula carnea*, Sow., la *T. gracilis*, Schloth., ou *pulchella*, Nils. A Zeche Neu-Cöln, la marne pläner supérieure qui le recouvre a présenté le *Scaphites æqualis*, Sow., le *Nautilus elegans*, id., le *Cerithium trimonile*, Mich., l'*Inoceramus Brongniarti*, Sow., l'*I. Lamarkii*, Mant., l'*I. Cripsii*, id., le *Spondylus spinosus*, Gold., la *Terebratula carnea*, Sow., la *T. Mantelliana*, id., le *Spatangus cor-anguinum*, Lam. Enfin, le troisième sable vert est, comme on vient de le dire, recouvert près d'Osterfeld par la marne crayeuse jaunâtre.

Pour M. Geinitz, ces deux derniers termes de la série de la Westphalie représenteraient les couches d'Aix-la-Chapelle (*antè*, vol. IV, p. 152). Osterfeld est un point où viennent se réunir pour ainsi dire les assises d'Essen et celles du nord de la province qui constituent la formation crétacée de ce pays (1). La marne jaune précédente suit la chaussée de Recklinghausen, près de Haltern, jusque dans le voisinage du Hardt, où elle se relève, et l'on ne peut douter, dit l'auteur, qu'elle ne représente l'étage qu'il désigne sous le nom de quadersandstein supérieur (*oberer Quadersandstein*). Le sol du Haut-Mark est aussi composé de ces marnes jaunes, et, de même que dans les bois d'Aix, on trouve sur celle-ci des roches en dalles et en nodules, alternant avec des sables, ressemblant plutôt à un quartz d'eau douce qu'à un grès, à cause de la grande quantité de silice qu'elles contiennent, et qui, par places, en forme le ciment. Près de Haltern, les relations entre les sables et les blocs de grès sont les mêmes que dans le Hardt, où les marnes jaunes ont pré-

---

(1) Voyez, outre la carte déjà indiquée de MM. Sedgwick et Murchison, *Die Rheinlande nach ihren geol. Beziehungen von* G. v. Leonhard; 1844.

senté, en grande abondance, le *Pecten quadricostatus*, Sow., *P. muricatus*, Gold., *Lima multisulcata*, Gein., *Pinna quadrangularis*, Gold., une petite Huître (*O. vesicularis?*), *Turritella multistriata*, Reuss, et beaucoup de spongiaires.

Une grande partie de la province de Munster est recouverte par les produits de la destruction de ces assises crétacées supérieures, auxquels se rapporte le sol sablonneux des bruyères de Dülmen. Non loin de cette ville, la marne jaune apparaît sur plusieurs points. Elle se continue dans la direction de Coesfeld, et au nord vers Legden. Près d'Ahaus, elle est remplacée par la craie. Elle constitue la colline de Coesfeld et supporte le grès marneux jaunâtre à grain fin, que l'on observe à l'est de la ville. Les restes de poissons et d'autres fossiles y sont très répandus, et au-dessous est un banc de coraux avec *Cœloptychium*, *Scyphia*, *Siphonia*, etc., dont les espèces sont les mêmes que celles que nous verrons sous les grès calcaires des environs de Goslar, au Nord du Harz, auxquels correspondent aussi les grès à poissons de Baumberg.

La marne ou craie jaunâtre, qui se montre, suivant M. Geinitz (p. 26), sur les pentes nord du Teutoburger-Wald, près de Lemförde et de Haldem, se prolonge jusqu'à Paderborn par Ibourg, Halle, Bielefeld et Dribourg, pour se réunir à la marne pläner d'Essen, Dortmund, Unna, Werl, Soest et Gesecke. Dans la plupart des localités, un calcaire pläner (*Plänerkalk*), qui, près de Rothenfelde, aurait une épaisseur de 225 à 250 mètres, séparerait les étages que l'auteur désigne sous les noms de *quadersandstein* ou *grès quader supérieur*, et de *quadersandstein* ou *grès quader inférieur* (*oberer* et *unterer Quadersandstein*), divisions dont nous établirons plus loin les équivalents réels. Nous dirons seulement ici que, dans cette classification, le calcaire pläner représente à la fois, ou mieux comprend la craie blanche et les deux premiers étages de la craie tuffeau (second et troisième sable vert, marne pläner inférieure et supérieure). Quant au quadersandstein inférieur il serait l'équivalent du troisième étage de ce dernier groupe. Il est faiblement représenté au sud par les couches d'Essen, de Dortmund, etc. (premier sable vert, conglomérat de Hils) qui reposent sur la formation carbonifère. D'un autre côté le quadersandstein supérieur marquerait le niveau de la craie supérieure des Pays-Bas (marne jaune supérieure). F. Hoffmann, sur sa carte géognostique, avait bien constaté l'existence du grès quader inférieur et du calcaire pläner dans le Teutoburger-Wald, mais, ne connaissant pas le grès quader supé-

rieur, il avait cherché à expliquer par un renversement la position du calcaire pläner au-dessous.

Le quadersandstein inférieur dont la puissance aurait, dans le Teutoburger-Wald, de 225 à 300 mètres, est formé par un grès en couches très inclinées, et le calcaire pläner qui l'entoure est aussi très dérangé, quelquefois même vertical. Au nord de Rothenfelde, et affleurant aussi à l'est de la ville, est une assise de 30 mètres d'épaisseur, comprise comme entre deux murailles de calcaire pläner, et constituant une marne solide, verdâtre ou gris foncé, qui se rapprocherait, par son gisement, du second sable vert d'Essen, que nous avons vu appartenir, suivant toute probabilité, au second étage de la craie tuffeau. Dans le Teutoburger-Wald, le quadersandstein inférieur ou base de la craie tuffeau repose sur le groupe néocomien ou argile de Hils (*Hilsthon*) qui manque au sud, autour d'Essen, de Bochum, etc.

Avant de passer à la région du nord-est, nous dirons encore quelques mots sur cette partie méridionale du golfe crétacé de la Westphalie, considérée à un point de vue un peu différent de celui où s'étaient placés les observateurs que nous venons de suivre.

Note de M. L. Saemann.

Les couches crayeuses, avons-nous dit, reposent, près d'Essen, sur les schistes houillers et avec une épaisseur totale qui ne dépasse pas 70 mètres. M. L. Saemann (1) croit y retrouver tout ce qu'en France et en Angleterre nous avons décrit, depuis la craie blanche jusqu'au *grès vert supérieur* inclusivement ou base de la craie tuffeau. L'auteur, qui ne paraît pas avoir eu connaissance des publications de M. Becks et de M. Heinrich, caractérise, de la manière suivante, 4 assises au lieu de 6. Ce sont de haut en bas :

1° Craie marneuse, que M. Ad. Roemer (2) avait rapportée à la craie inférieure (*lower chalk*, *unterer Kreidemergel*, ou premier étage de la craie tuffeau), au lieu de la mettre au niveau de la craie blanche, et dans laquelle se trouvaient l'*Ananchytes ovata*, la *Terebratula Defrancei*, la *T. carnea*, l'*Ostrea vesicularis*, le *Spondylus spinosus*, le *Belemnites mucronatus*, une dent de *Mosasaurus* et des Ammonites. Mais en voulant rectifier les erreurs de ses devanciers, M. Saemann nous paraît en commettre une lui-même, car il semble confondre la craie blanche avec la craie supérieure, ou assimiler ces marnes d'Essen, soit au calcaire à Baculites du Cotentin,

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 446 ; 1849.
(2) *Die Versteinerungen d. Nordd. Kreidegeb.*, p. 121 ; 1840.

soit aux marnes glauconieuses d'Autreppe, lesquelles sont inférieures à la craie blanche.

2° Sous la marne précédente sont des marnes glauconieuses dont la partie supérieure est à grain très fin, et dont les grains verts, fort abondants vers le haut, de teinte très foncée, deviennent de plus en plus rares vers le bas. Les fossiles sont peu nombreux, et l'auteur n'y cite que l'*Ammonites varians*.

3° Calcaire compacte gris, marneux, avec des rognons de silex se fondant dans la masse. On y trouve fréquemment l'*Inoceramus mytiloides*, la *Serpula amphisbæna*, etc.

4° Sable à grain très fin, très argileux, brunâtre, friable, et fer oolithique abondant, constituant une sorte de conglomérat, surtout à la partie inférieure, qui repose sur la formation carbonifère. C'est le conglomérat de Hils de M. Roemer, qui le rapportait à tort au groupe néocomien. L'*Ammonites rhotomagensis*, la *Trigonia alæformis* et la *Lima Reichenbachii* y sont rares, tandis que les Thécidées et les polypiers, peu communs ailleurs, y sont fréquents. On y rencontre souvent aussi l'*Ostrea carinata*, Lam., l'*Exogyra haliotoidea*, Sow., le *Catopygus carinatus*, Ag., le *Discoidea subuculus*, Des.; mais ce serait par erreur que les *Exogyra sinuata*, Sow., et *columba*, Gold., y auraient été citées. Outre plusieurs polypiers des grès du Mans (*Idmonea pinnata*, Roem., *Pustulopora gracilis*, Mich., *Scyphia furcata*, Gold.), on rencontre ici plusieurs espèces des plus caractéristiques du tourtia, que nous avons décrit sur les frontières de la France et de la Belgique (*antè*, vol. IV, p. 181), et M. Saemann, en insistant avec raison sur le parallélisme des deux dépôts, signale, comme se trouvant à la fois dans l'un et l'autre, les *Terebratula biplicata*, Sow., *latissima*, id., *paucicosta*, Roem., *canaliculata*, id., *nuciformis*, id., et les *T. longirostris*, id. et *subundata*, figurées par M. Roemer, pourraient rentrer dans les *T. nerviensis* et *tornacensis*, d'Arch. Enfin, le corps, que nous avons décrit comme de classe incertaine, et que M. Roemer avait désigné sous le nom de *Teredo dentatus* appartient également aux deux dépôts.

Résumé. On voit, d'après ce qui précède, que cette portion sud du bassin de la Westphalie offre, en allant de haut en bas, l'étage de la craie blanche et les trois étages du groupe de la craie tuffeau, et il est probable que, lorsqu'on s'avance vers le N. et le N.-O., du côté de Coesfeld et de Munster, il s'y joint quelque représentant de la craie supérieure avec les caractères toujours un peu vagues

des environs d'Aix-la-Chapelle, de Kunraed, de Fauquemont, etc. Au delà, les divers étages acquièrent des épaisseurs beaucoup plus considérables et prennent les caractères plus prononcés, que nous avons indiqués dans les petites chaînes du Hardt et du Teutoburger-Wald (1).

§ 2. Craie blanche et craie tuffeau (Hanovre, Brunswick, le Harz).

Ouvrage de M. Fried.-Ad. Roemer.

A deux lieues de Hanovre, au pied nord de la colline de Deister, comme à l'ouest et au nord-ouest de la ville, les couches les plus basses que l'on aperçoive, de 1 à 3 mètres d'épaisseur, constituent une roche sablonneuse, grisâtre, surmontée de marnes schisteuses, jaunes ou bleu grisâtre. Ces assises, que M. Fr.-Ad. Roemer (2) nomme *marnes de la craie supérieure* (*oberer Kreidemergel*), sont, vers le bas, divisées en gros fragments, et, vers le haut, remplies d'une si grande quantité de polypiers roulés, que la roche prend l'aspect d'un conglomérat grossier. Elles se montrent au sud-est, près d'Halberstadt avec des caractères peu différents.

Lorsqu'on s'avance vers le S., on rencontre d'abord les calcaires en dalles du pläner, puis au delà un dépôt sablonneux, et au pied des montagnes un conglomérat à noyaux siliceux, très ferrugineux, dont les éléments deviennent plus fins, jaunâtres, blanchâtres, et qui finit par former des bancs de grès, souvent brisés, discontinus, composant des collines de 50 à 75 mètres d'élévation. Ces dépôts arénacés forment aussi un plateau étendu vers le S. jusqu'à Münchhof, près de Quedlinbourg, reposant sur les marnes pläner qui se prolongent encore l'espace de quelques lieues.

---

(1) Nous citerons ici les poissons signalés par M. Agassiz dans diverses localités de la craie de Westphalie : *Ptychodus decurrens*, Ag., Bochum ; *P. latissimus*, id., ib.; *Carcharias acutus*, id., ib.; *Otodus appendiculatus*, id., Essen; *Dercetis scutatus*, Munst. et Ag., Westphalie ; *Sphenocephalus fissicaudatus*, Ag., ib. ; *Acrogaster parvus*, id. ib.; *Hoploteryx antiquus*, id. ib ; *Beryx germanus*, id. ib.; *Isticus grandis*, id. ib.; *I. macrocephalus*, id. ib.; *I. microcephalus*, id. ib.; *I. gracilis*, Munst., ib.; *Osmerus Cordieri*, Ag., Ibbenburen ; *Osmeroides monasterii*, Ag. Ringerode, près de Munster (*Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*. In-4°, Neuchâtel, 1844).

(2) *Die Versteinerungen d. Nordd. Kreidegebirges*. In-4°, p. 119. Hanovre, 1841.—*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 192.—Voy. aussi : Ferd. Roemer : *Ein geognost. Durchschnitt*, etc. Coupe géognostique de la chaîne du Teutoburger-Wald. (*Ib.*, 1845, p. 268, pl. 2).

Une autre portion de cet étage supérieur existe près de Goslar, au pied nord du Harz, et constitue le Submerberg. Du côté opposé, dans le lit de l'Abeaucht, une marne sableuse qui recouvre le calcaire pläner, passe à ce dernier, et plus bas est un conglomérat quartzeux à ciment d'ocre jaune calcarifère. Les bancs épais de la marne, au sud, inclinent vers le N., et réciproquement. M. Boué, d'abord, avait regardé ces couches comme jurassiques, M. Keferstein ensuite comme tertiaires, et ce fut F. Hoffmann qui les rangea dans la craie. On les retrouve encore près de Wernigerode, de Schlosserberg et de Golgenberg, où elles renferment des grès et des conglomérats solides dont les bancs sont séparés par des lits de marne. Non loin d'Altenrode, il y a de petits amas charbonneux, et les plateaux des environs de Blankenbourg en sont également formés. Le Salzberg, près de Quedlinbourg, appartient aussi aux mêmes roches que caractérisent les mêmes fossiles. Sur le versant nord de Teufelsmauer (muraille du diable), les grès solides ont offert un Inocérame voisin de l'*I. Cripsii*, le *Pygorhynchus rostratus* et des *Credneria*.

C'est à cette craie marneuse supérieure que l'on a vu M. Roemer rapporter les couches des environs de Coesfeld, dans lesquelles il cite des fossiles de la craie supérieure de Belgique et d'autres de la craie blanche, de sorte que nous sommes porté à y voir aussi un représentant des assises marneuses jaunes de la Westphalie. L'auteur place encore au même niveau les marnes et les grès de la Scanie, que nous avons mentionnés à Köpinge, Kjugestrand, Balsberg, Ifsjö, Mörby, etc., et qui avaient été rapportés à tort au *grès vert*.

Sous le nom de *craie inférieure* (*untere Kreide*), il décrit ensuite deux assises qu'il nomme l'une *craie blanche inférieure* (*untere weisse Kreide*) assimilée à la craie sans silex ou craie inférieure d'Angleterre (*chalk without flints*, *lower chalk*), l'autre *marne de la craie inférieure* ou *craie marneuse inférieure* (*untere Kreidemergel*).

La première assise diffère de celle dont nous venons de parler (*marne de la craie supérieure*), par l'absence des silex, par sa plus grande dureté, sa teinte grise, ses bancs crevassés et peu épais, que séparent des lits de marne. Sa puissance totale serait de 58m,42 (1). On l'observe près de Schwicheldt et de Theidensen,

(1) Nous supposons que l'auteur, qui assigne à cette épaisseur 200 pieds, se sert du pied de Hanovre qui = 0m,2921.

non loin de Peine, au sud-est de Hanovre, où elle est utilisée pour le marnage des terres, et au nord-ouest d'Oberg, entre Hildesheim et Brunswick. Cette marne argileuse blanche et peu solide est exploitée aussi sur la pente nord de la colline de Lindener, où elle est employée pour purifier le sucre. Celle qui affleure, près de Lunebourg, dans le lit de la Leine, à Hanovre et à Limmer, est probablement de même âge, ou peut être plus récente.

La seconde assise, dont la position relative ne semble pas être plus rigoureusement déterminée que celle de la précédente, est formée par un calcaire gris clair, avec beaucoup d'argile et de sable quartzeux. Elle compose les collines situées entre Ilten et Ahlten, non loin de Hanovre (1), où elle consiste en une marne blanc-jaunâtre, tendre, sablonneuse. Près de Lemförde et de Haldem, au nord d'Osnabruck, elle prend d'autres caractères. Les collines d'environ 30 mètres de hauteur présentent des marnes gris jaunâtre, légères, poreuses, assez solides, à cassures terreuse et inégale divisées en lits de 0^{m},15 à 1 mètre d'épaisseur. Les marnes des environs d'Essen, que M. Roemer suppose être du même âge, et celles de Coesfeld, qui sont plus puissantes, plus sableuses et d'un gris clair, ont déjà été décrites précédemment, mais ce savant ne se prononce pas sur les rapports des bancs à Ichthyolithes de Baumberg. Sur quelques points au nord du Harz, près d'Ilsebourg et de Stapelnbourg, cette assise forme des coteaux à sommets aplatis, et est composée de marnes sableuses, grises, minces, remplies de fossiles.

Les deux séries que nous venons de mentionner paraissent être plutôt parallèles que superposées, et par leurs fossiles se rapprocheraient de la craie blanche et de la craie supérieure plutôt que du premier étage de la craie tuffeau ou du *pläner*. On ne voit pas bien dans ce pays la superposition des couches que l'auteur nomme craie supérieure (*obere Kreide*) à celles qu'il désigne ensuite sous celui de craie inférieure (*untere Kreide*); il ne les distingue que par la différence de leur niveau absolu. Les plus basses des environs de Goslar, et qui renferment beaucoup de *Scyphia* et de *Scyphonia*, sont supposées appartenir à la seconde assise, laquelle man-

(1) Nous avons suivi le sens de la phrase indiquée par le titre (*der untere Kreidemergel*), en supposant qu'à l'avant-dernière ligne l'auteur avait écrit *der obere* pour *der untere*.

querait à l'est du Harz. Les fossiles suivants sont cités dans l'étage que nous venons de voir partagé en deux assises.

Pleurostoma lacunosum, Roem., *P. radiatum*, id., *Scyphia Oeynhausii*, Gold., *S. Murchisoni*, id, *Coscinopora infundibuliformis*, id., *Coeloptychium agaricoides*, id., *C. lobatum*, id., *C. sulciferum*, Roem., *Avicula cœrulescens*, Nils., *Arca furcifera*, Munst. Gold., *A. tenuistriata*, id. id., *Pholadomya umbonata*, Roem., *Delphinula tricarinata*, id., *Pyrula planulata*, Nils. Les espèces qui se trouvent à la fois dans cet étage et dans le précédent nommé craie supérieure (*obere Kreide*) sont : *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. flabelliformis*, Nils.. *Lima semi-sulcata*, Desh., *Hamites intermedius*, Sow., *Baculites Faujasii*, Lam., *B. anceps*, id., *Crania parisiensis*, Defr., *C. costata*, Sow.

D'après cet exposé des vues de M. Roemer, nous sommes conduit à penser que tout ce que nous venons de décrire, depuis le versant nord du Teutoburger-Wald jusqu'à l'est du Harz, vers Quedlinbourg, puis en remontant au nord jusqu'à Luncbourg, représente seulement les couches qui, dans la Westphalie, semblaient renfermer à la fois les fossiles de la craie blanche et ceux de la craie supérieure de Maëstricht, ou n'appartient qu'au premier groupe de la formation, sans atteindre la véritable craie inférieure (*lower chalk* d'Angleterre) qui est pour nous le premier étage du groupe de la craie tuffeau.

Les couches comprises sous le nom local de *pläner* correspondraient au contraire fort bien, dans cette région nord-ouest de l'Allemagne, à une partie de ce dernier groupe, comme le dit l'auteur (p. 123). Ce *pläner* (1) constitue une marne calcaire un peu grisâtre, quelquefois rougeâtre ou verdâtre, rarement tout à fait blanche, assez souvent en bancs solides, épais, se chargeant insensiblement d'argile, de sable quartzeux et d'oxyde de fer qui la colore. Sa puissance atteint jusqu'à 300 mètres et même davantage, près de Langelsheim, au pied du Harz, et près d'Alfeld. C'est le même système de couches qui, dans la Westphalie est à l'état marneux, et qui recouvre le premier sable vert et le conglomérat ferrugineux de Hils.

Une autre série de collines, composée de la même roche, s'étend de Winsembourg par Sack et Wrisbergholzen jusqu'à Gronau, et on la retrouve au Hülfersberg près de Calenberg, près de Sarstedt, à

(1) *Kreidemergel*, craie marneuse; *Waldkalk*, calcaire de forêt; *Bindekalk*, calcaire à ciment; *Helmstein*, etc.

Kronsberg, au sud-ouest de Hanovre, ainsi que sur d'autres points. Elle existe dans le voisinage de Wolfenbüttel, sur le bord septentrional du Harz, depuis Lutter, près Barenberg, jusqu'à Quedlinbourg, non loin d'Halberstadt, etc. Dans quelques localités où manquent les fossiles l'auteur s'abstient de prononcer sur l'âge des dépôts qui pourraient être beaucoup plus anciens et remonter jusqu'à la période du trias. Les minéraux du *pläner* ne consistent guère qu'en fer sulfuré et en rognons de hornstein noir, qui, près de Goslar, ont jusqu'à 0^{m},25 d'épaisseur. Les fossiles qui le caractérisent dans cette partie de l'Allemagne sont :

Cæloptychium muricatum, Roem., *Micraster gibbus*, Ag., *Terebratula pisum*, Sow., *T. Mantelliana*, id., *T. plicatilis*, id., *T. lævigata*, Nils., *T. ornata*, Roem., *T. pectita*, Sow., *T. semiglobosa*, id., *Pecten Beaveri*, id., *P. depressus*, Munst., Gold., *Inoceramus Brongniarti*, Sow., *I. latus*, id., *I. striatus*, Mant., *Cirrus depressus*, id., *Turrilites costatus*, Lam., *T. tuberculatus*, Sow., *Scaphites æqualis*, id., *S. costatus*, Mant., *Ammonites Mantelli*, Sow., *A. Cottæ*, Roem., *Hamites plicatilis*, Sow., *H. ellipticus*, Mant., *Baculites obliquatus*, Sow. (1).

Les Ammonites sont fréquentes dans cet étage, entre autres l'*A. varians* Sow., qui se trouve aussi dans le sable vert placé dessous. Les Turrilites et la *Terebratula pectita* semblent appartenir aux couches les plus anciennes, tandis que les deux Scaphites existeraient seulement dans la partie moyenne. Les Bélemnites du premier groupe crétacé ne se montrent plus ici, mais le *Belemnites minimus*, List., serait très répandu dans les couches les plus basses avec la *Plicatula inflata* qui a été trouvée également dans le sable vert sous-jacent. Parmi les échinodermes, les plus constants sont le *Spatangus cor-testudinarium*, Lam., le *Galerites albo-galerus*, id.,

---

(1) Nous rappellerons ici les espèces de poissons mentionnées par M. Agassiz dans la formation crétacée de ce pays, mais les citations de localités ne suffisent pas pour préciser l'étage auquel elles appartiennent, quoique le plus grand nombre d'entre elles provienne sans doute des assises que nous venons de décrire. Ce sont *Ptychodus mamillaris*, Ag., Quedlinbourg ; *P. decurrens*, id., ib. ; *P. polygyrus*, id., ib. ; *Notidanus microdon*, id., ib. ; *Corax falcatus*, id., ib. ; *C. appendiculatus*, id, Salzgitter ; *Galeocerdo gibberulus*, id., Haldem ; *Hemipristis serra*, id., ib. ; *Otodus appendiculatus*, id., Quedlinbourg ; *O. semiplicatus*, Munst., ib. ; *Lamna acuminata*, Ag., ib. ; *L. subulata*, id., ib. (*Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*, in-4°, Neuchâtel, 1844).

l'*Ananchytes ovata*, id., et le *Cidaris scutiger*, Gold., espèces qui, dans ce pays, descendraient un peu plus bas qu'en France et dans les îles Britanniques. Ainsi, à peu d'exceptions près, on voit représenté, dans le Hanovre comme en Westphalie, par les mêmes fossiles et des caractères minéralogiques très semblables, le second étage de la craie tuffeau, tel que nous l'avons limité et caractérisé plus à l'O. des deux côtes de la Manche. On doit penser que le premier se trouve également compris dans cette série plutôt que dans la précédente.

(P. 124). M. Ad. Roemer, poursuivant le parallélisme des couches qu'il décrit avec celles de l'Angleterre, croit trouver, dans les marnes tachetées (*Flammenmergel*) et quelques lits de sable vert (*Grünsand*), les représentants du *firestone* des assises de Merstham ou grès vert supérieur (*upper green sand*); mais on a déjà vu pourquoi ce rapprochement n'était pas fondé.

Aux environs de Goslar, on peut observer les couches placées entre le *Pläner* proprement dit et le grès quader ou quadersandstein dont nous parlerons tout à l'heure. Ce sont : 1° une marne (*Flammenmergel*) avec *Avicula gryphæoides*, Sow., et *Pecten laminosus*, Mant., qui devient sablonneuse vers le bas, renferme des concrétions siliceuses, et dont l'épaisseur est de 30 et quelques mètres; 2° une argile marneuse avec du fer oxydé hydraté; 3° des marnes douces, sablonneuses, avec grains verts, puis à la base un banc composé de rognons calcaires que nous verrons en Saxe reposer sur la syénite.

(P. 125.) Des traces du gault, que l'on avait cru trouver d'abord près de Goslar, dans un lit très mince d'argile bleu foncé, puis dans une marne schisteuse jaune, verdâtre et rougeâtre, ou bien encore dans une argile plastique jaune, les unes et les autres partout sans fossiles, et placées sur le grès ci-après, ne peuvent en aucune façon représenter ce groupe qui paraît manquer dans tout le nord de l'Allemagne, et le grès sur lequel ces couches argileuses reposent, loin d'appartenir au grès vert inférieur, est encore une dépendance du groupe de la craie tuffeau. Non loin de Sarstedt, au pied sud de l'Hüfersberg, on remarque des marnes schisteuses de 6 mètres d'épaisseur, alternant avec d'autres marnes plus solides remplies de nodules concrétionnés de chaux carbonatée. Mais ici encore la présence seule du *Hamites compressus*, Sow., en supposant sa détermination exacte, ne suffirait pas plus pour qu'on puisse assimiler ces marnes au gault que celle du *Belemnites minimus*, que

nous venons de voir associé un peu plus haut à tous les fossiles de la craie tuffeau. Quant à d'autres couches des environs d'Halberstadt, regardées aussi par F. Hoffmann comme représentant le gault, aucun corps organisé n'est venu justifier ce rapprochement.

Nous avons déjà parlé des grès ou *Quadersandstein*, qui, dans le Teutoburger-Wald, rangés à tort avec le quatrième groupe de la formation, appartiennent, en réalité, au second, et quelques uns peut-être à la base du premier. La roche principale est un grès à grain plus ou moins fin, assez souvent partagé en fragments carrés, et employé pour pierre de taille, d'où le nom de *Quadersandstein*, ou, pour abréger, de *Quader*, qui lui a été donné par les ouvriers. Il s'étend de Harzbourg, près de Goslar, jusqu'à Lutter, formant le long du Harz une assise de 12 mètres d'épaisseur. Il est blanchâtre ou brunâtre, et présente quelquefois des veines d'oxyde de fer et de calcédoine. Près de la Clus, il s'élève en rochers verticaux ou très abrupts. Au nord de Quedlinbourg, il est en couches minces, jaune brun, peu solides, passant à un conglomérat quartzeux avec des veines ferrugineuses, et formant des coteaux peu élevés. Non loin d'Hildesheim, les grès de l'Heiligenberg, assez durs, jaunâtres, grisâtres ou tachetés de brun rouge et sans fossiles, recouvrent l'argile de Hils (*Hilsthon*). Autour d'Alfeld et de Eschershausen, les grès marneux, blancs, plus ou moins durs, avec cinq couches subordonnées de combustible exploitable, atteignent une puissance de près de 200 mètres. Outre les empreintes de végétaux, on y cite des Peignes et des Ammonites. Ce que nous verrons en Saxe, en Bohême et en Silésie, où les fossiles sont plus caractéristiques et plus nombreux, nous permettra de mieux établir l'horizon de ce grès quader, surtout lorsque nous aurons constaté ses rapports avec les autres couches fossilifères de ces derniers pays.

L'assise du conglomérat de Hils (*Hilsconglomerat*) est très ferrugineuse dans le voisinage de Steinlohde, non loin de Salzgitter, vers l'intérieur de la vallée. Elle comprend des schistes jaunâtres et bleuâtres, un grès jaunâtre assez solide de 8 mètres d'épaisseur, une roche ferrugineuse, oolithique, de 2 mètres, et, après un banc ferrugineux solide, une nouvelle roche ferrugineuse oolithique, de 1^{m},50, recouverte par des schistes rouges, jaunâtres et grisâtres, auxquels succèdent les marnes tachetées (*Flammenmergel*) ; de sorte que cet ensemble de strates variés ne serait, suivant toute probabilité, que les modifications éprouvées par le qua-

dersandstein inférieur sur les rivages de la mer où il s'est déposé.

(P. 128.) Dans le duché de Brunswick, près de Wahlberg, le long de l'Asse et près de Berklingen, non loin de Wolfenbüttel, cette même assise, qui dans le sud de la Westphalie, autour d'Essen, de Bochum, etc., reposait sur la formation houillère, prend d'autres caractères et recouvre le lias. La roche est très dure, jaune brun, composée de très petits grains et de fragments de coquilles, le tout réuni et consolidé par un ciment calcaire. Elle se trouve aussi dans les coteaux au nord de Schandenlahe, non loin de Brunswick, et probablement dans le voisinage de Schöppenstedt au Rothenberg. Près d'Osterwalde, un grès ferrugineux ou poudingue, de 10^m,50 d'épaisseur (1), repose sur l'argile de forêt (*Wälderthon*), et appartient encore au conglomérat de Hils. M. Roemer y cite l'*Avicula macroptera*, Roem., l'*Exogyra sinuata*, Sow., la *Modiola rugosa*, Roem., la *Terebratula varians*, var. Schloth., la *Thracia Phillipsii*, Roem., le *Turbo clathratus*, id., le *Belemnites subquadratus*, id., l'*Ammonites nutfieldensis*, Sow., et le *Glyphea ornata*, Phill. Plusieurs de ces espèces indiqueraient sans doute un niveau plus bas que le second groupe; aussi verrons-nous plus loin cette portion du conglomérat de Hils rapportée au groupe néocomien par plusieurs géologues, tandis que d'autres, croyant avoir reconnu que les fossiles néocomiens qu'on y avait cités provenaient de gisements différents, la regardent comme parallèle à l'assise d'Essen et au tourtia. Au-dessus des bancs de grès est un sable très fin, et au-dessous un sable grossier, un lit d'argile schisteuse, un autre de marne bleue, un calcaire de même couleur et l'argile schisteuse avec *Cyrena media*, Sow., qui appartient à l'argile wealdienne.

Observations de M. de Unger.

Dans sa description d'une suite de collines qui s'étendent d'Immenrode jusqu'à Hildesheim, M. de Unger (2) a distingué : 1° une marne crayeuse gris clair ou craie marneuse supérieure (*Kreidemergel*) ; 2° un calcaire solide, blanc ou rouge avec des Inocérames (c'est la *craie blanche dure*, *weisse harte Kreide*, désignée par Hausmann sous le nom de *pierre calcaire siliceuse*, *Kieselkalkstein*) ; 3° un calcaire gris foncé, rougeâtre, verdâtre, argileux, sablonneux,

(1) Nous avons traduit ici *Lachter* par *aune ;* or l'aune de Hanovre = 0^m,583 ou 0^m,584.

(2) *Geognost. Beschreib. eines an der Nords. d. Harzes Anfang., von Immenrode bis Hildesheim*, etc. (*Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. XVII, 1843), avec carte.

ou marne crayeuse inférieure (*unteren Kreidemergel*), devenant parfois schistoïde ; 4° une marne argilo-sablonneuse, gris jaunâtre, marbrée de noir avec des nodules d'hornstein (*Flammenmergel* d'Hausmann) ; 5° un grès calcarifère passant par places à un sable friable, quelquefois vert, ou bien ferrugineux et argileux (c'est le sable vert, *Grünsand*) ; 6° un grès de teinte claire, solide, à petits grains, à ciment quartzeux et argileux (*Quadersandstein* proprement dit).

Dans la classification de M. Geinitz (1), le n° 1 de M. de Unger représenterait les marnes du *quader supérieur* (*oberen Quadermergel*), le n° 2, les marnes du *quader moyen* (*mittler Quadermergel*), les n°s 3 et 4, la marne du *quader inférieur* (*unterer Quadermergel*). Quant aux n°s 5 et 6, il serait nécessaire de les étudier de nouveau sous le rapport de leur âge. Le sable vert avec minerai de fer correspondrait au premier sable vert d'Essen.

Le calcaire et les marnes pläner se trouvent près de Peine, à Ilten, Ahlten et Kromsberg, au sud-est de Hanovre. Sur les bords de la Leine, près de cette dernière ville, M. Roemer les range dans sa craie marneuse inférieure (*unteren Kreidemergel*) ; mais, plus au nord, celle-ci est remplacée par la craie blanche de Lunebourg. Les couches de Gehrden, au sud-ouest de Hanovre, appartiennent à la craie marneuse supérieure (*oberen Quadermergel*) de M. de Unger (*oberer Kreidemergel*, Roem., *oberer Quadermergel*, Gein.). Dans un coteau de 30 mètres de hauteur, on trouve subordonné un banc de grès de 3 mètres d'épaisseur, grisâtre, recouvert par une marne sableuse de 7 mètres, schistoïde, gris jaunâtre ou bleuâtre, avec de nombreux coraux brisés. Cette assise fait sans doute partie de l'étage assez mal caractérisé dans toute l'Allemagne occidentale, et désigné par M. Geinitz sous le nom de quadersandstein supérieur (*oberer Quadersandstein*).

Mémoire de M. Frapolli.

Au mois de mai 1847, M. L. Frapolli (2) présenta à la Société géologique de France un travail extrêmement remarquable sur le

(1) *Das Quadersandst. oder Kreidegeb. in Deutschland*, p. 34 ; 1849.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 717 et pl. 5 ; 1847. — *Lagerung der secund Floetze im Norden d. Harzes*, etc. Rapport de position des couches secondaires dans le nord du Harz avec quelques observations de la croûte terrestre et l'origine des gypses, des dolomies et du sel gemme (*Ann. der Chem.* de *Poggendorff*, vol. LXIX, p. 481 ; 1846).

massif du Harz et la région qui l'environne. Ce travail, à la fois topographique et stratigraphique, avait été exécuté avec une rare perfection, et il est bien regrettable que les circonstances n'en aient pas encore permis la publication. Nous extrairons ce qui suit des notes explicatives que l'auteur a données en même temps à l'appui d'une coupe faite suivant des lignes brisées, entre le Harz et Huywald.

Après avoir traité de l'orographie et de l'hydrographie des collines basses qui séparent le massif ancien du Harz de celui de Magdebourg, M. Frapolli décrit rapidement les caractères généraux et la disposition relative du terrain de transition et du terrain secondaire jusques et y compris la formation crétacée. L'axe de la ride actuelle de Quedlinbourg, dit-il (p. 749), formait, pendant la période crétacée, la partie la plus profonde du bassin qui s'étendait du Harz au plissement du trias le plus voisin, situé au nord d'Halberstadt. Un grès plus ou moins grossier, blanchâtre, dont les éléments furent apportés par les rivières du Harz, a d'abord nivelé les inégalités du sol le long des montagnes qui ont fourni ses matériaux. Il repose à stratification discordante sur les couches jurassiques. On y trouve par places beaucoup d'empreintes de plantes, mais les restes d'animaux y sont rares. Il constitue une de ces roches qui, par leur propriété de donner de bonnes pierres de taille, sont désignées par l'épithète de *Quadersandstein*. Son épaisseur, très variable, est la plus grande aux environs de Quedlinbourg. D'accord avec l'opinion, exprimée d'ailleurs avec doute par M. Roemer, M. Frapolli rapporte aussi ce grès au sable vert inférieur (*lower green sand*), et il représenterait assez bien, ajoute-t-il, le grès vert inférieur du puits de Grenelle. Mais on a vu d'abord que ce quadersandstein n'avait aucun caractère qui pût le faire regarder comme antérieur au groupe de la craie tuffeau, et ensuite que le puits de Grenelle n'avait pas dépassé celui du gault, lequel manque dans le nord-ouest de l'Allemagne.

Aux grès précédents succèdent des calcaires blancs, grisâtres, friables, souvent marneux ou siliceux, avec des couches glauconieuses et quelques conglomérats grossiers à la partie inférieure. C'est le calcaire *pläner* (*Pläner-Kalk*), dont les caractères rappellent ceux de la craie tuffeau proprement dite, et que nous avons vu représenter en effet les étages supérieurs de ce groupe. Au-dessus vient un grand dépôt de sable et de grès, à ciment calcaire ou siliceux, quelquefois à gros grain et très chargé de points verts à sa

base, avec des argiles marneuses subordonnées, des lignites plus ou moins parfaits vers le haut, et présentant çà et là, dans son épaisseur, des roches très dures et des bancs de véritables quartzites lustrés et translucides. Ces diverses couches se sont étendues bien au delà des limites du calcaire sous-jacent, d'abord au S. où elles s'appuient contre la grauwacke des pentes du Harz, puis à l'E. où on les suit jusque sur les marnes irisées, et enfin au N. où de nombreux lambeaux se voient çà et là sur les pentes des collines du trias.

Si l'on s'avance vers l'O., la formation, comme on l'a vu, se développe de plus en plus ; de nouvelles assises s'intercalent entre les précédentes, et les dernières dont nous venons de parler, affectant des caractères très variables, même à de petites distances, sont celles dans lesquelles nous avons cité des débris de plantes (*Credneria*), une Trigonie rapportée probablement par erreur à la *T. alæformis*, le *Pecten quadricostatus*, le *Chrysaora pulchella*, le *Baculites anceps*, une Bélemnite, peut-être *B. mucronatus*, etc. ; c'est-à-dire des fossiles qui ont pu nous faire hésiter à mettre le tout en parallèle avec la craie supérieure de Belgique. C'est la craie marneuse supérieure (*oberer Kreidemergel*) de M. Ad. Roemer ou le *Grünsand* de quelques géologues.

Pendant la période crétacée, le quadersandstein aurait comblé, près de Dillenbourg, les parties les plus profondes du canal ou golfe étroit, situé entre le Harz et le massif de Magdebourg, mais il ne paraît pas avoir dépassé la ceinture formée par le trias pour s'étendre jusqu'à la grauwacke. Les dépôts crétacés recouvrirent tout le fond de la dépression, depuis le Harz proprement dit jusqu'au pied de la crête du trias, et les plus récents d'entre eux atteignirent les couches les plus élevées de la double ceinture du muschelkalk et du grès bigarré. Le grès à lignites a dépassé les assises calcaires dans toutes les directions, et, vers les derniers temps de la période crétacée, le mouvement qui tendait à déplacer les eaux a eu lieu en sens contraire dans le golfe sub-hercynien ; la partie centrale fut mise à sec, d'où est résultée l'absence des derniers sédiments secondaires dans cette même partie.

Observations de MM. Geinitz, de Unger, Jasche, etc.

Dans le voisinage de Goslar, dit M. Geinitz (1), l'effet du soulèvement du Harz a été peu sensible. A l'est de la ville, on voit, se succédant régulièrement et dans un fort petit espace, les schistes

(1) *Das Quadersandsteingeb. oder Kreidegeb. in Deutschl.*, p. 35, pl. 1. Freiberg, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p 778.

argileux de transition, le grès bigarré, le muschelkalk, les marnes irisées, le lias, le calcaire jurassique, puis toute la série crétacée comprenant le quadersandstein, les marnes pläner inférieures, le calcaire pläner et ses marnes supérieures que l'on peut suivre au-delà de Pétersberg, enfin les sables, les conglomérats et les marnes du Sudmerberg, dont les strates à peine inclinés représentent les derniers dépôts crétacés, assez énigmatiques, malgré leur grande épaisseur.

Au sud de Pétersberg on atteint immédiatement, à partir des couches jurassiques, un lit d'argile de quelques pieds d'épaisseur, jaune et gris noir vers le bas, et renfermant des oolithes ferrugineuses vers le haut. Quoique dépourvu de fossiles, on doit le regarder comme représentant l'argile de Hils (*Hilsthon*) de M. Ad. Roemer. Il sépare en cet endroit les couches jurassiques du quadersandstein dont l'épaisseur est de 12 mètres. A 2 mètres au-dessus de celui-ci on atteint les argiles que nous avons vues comparées à tort avec le gault, puis des marnes vertes sablonneuses, peu épaisses, et la marne pläner inférieure, remplie de concrétions d'hornstein. Cette dernière est aussi celle que nous avons vue désignée souvent sous le nom de marne tachetée ou panachée (*Flammenmergel*). Le calcaire pläner qui lui succède est blanc, gris clair ou rougeâtre, solide et marneux. On y trouve les *Terebratula gracilis*, Schloth., *plicatilis*, Sow., et ses variétés, des Inocérames, etc. Ces diverses assises, qui composent la base du Sudmerberg, s'étendant ensuite vers Pétersberg par la vallée d'Abezucht, doivent être rapportées aux marnes pläner supérieures. Ce sont des sables verts et des marnes grisâtres, remplies de *Syphonia*, de *Scyphia* et représentant les bancs de coraux que nous avons vus sous les grès à Ichthyolithes de Baumberg, près Coesfeld.

M. de Unger (1) signale encore au-dessus de ces marnes un grès quartzeux, dur, à ciment calcaire, avec des grains verts abondants et de petits fragments de pierre jaune, puis un conglomérat composé de calcaire spathique, de grains de quartz et de pierres ferrugineuses, argileuses, mélangées en diverses proportions. Le tout, suivant M. Geinitz, représenterait la craie blanche supérieure, parce qu'on y trouve le *Spongia ramosa*, espèce caractéristique de cette assise en Angleterre; mais la valeur de ce fossile nous paraît

(1) *Beiträge zu einer geognost. Beschreib. d. Gegend um Goslar* (*Bericht d. naturwiss. Ver. d. Harzes*, 1844-45).

assez faible et la raison par conséquent peu concluante ; il nous semble plus probable que ces mêmes couches hétérogènes qui se trouvent entre Ocker et Harzbourg, au nord de Neustadt, etc., sont une dépendance de cet étage supérieur marneux et sableux si problématique en Westphalie comme dans le nord-ouest du Hanovre, étage que M. Geinitz désigne lui-même sous le nom de quadersandstein supérieur (*oberer Quadersandstein*), mais dont il n'admet pas l'existence aux environs de Goslar.

Les relations du quadersandstein, des marnes vertes sablonneuses, des marnes inférieures du pläner et du calcaire pläner, telles que nous venons de les indiquer à Pétersberg, se représentent encore à l'ouest de Goslar, dans les carrières de Langelsheim, où, comme à Alfeld, le calcaire pläner, d'un blanc grisâtre ou rougeâtre, atteint plus de 1000 pieds d'épaisseur (1). M. Ahrend (2) a donné aussi une description géognostique des environs d'Aderberg, près d'Ocker, et à laquelle nous renvoyons le lecteur.

La tranchée du chemin de fer, non loin de Vienenbourg, continue M. Geinitz, a montré, entre le grès bigarré et le quadersandstein, des masses de gypse dont le développement paraît avoir occasionné le dérangement des couches. La succession de celles-ci est d'ailleurs la même que ci-dessus, depuis le grès quader inférieur jusqu'au calcaire pläner gris blanc, rougeâtre et taché de vert, et dont la partie moyenne est remplie de dents de Squales. A Ilsebourg, près de Wahrberg, vient affleurer une marne crayeuse très développée, et sous laquelle sont les couches tachetées de vert de Kupferhammer. A peu de distance des masses de gypse d'Ilsebourg sont les dolomies celluleuses du zeschtein, auxquelles succèdent les marnes panachées, puis les marnes supérieures du pläner ou conglomérat composé de sable vert, de grains de calcaire spathique, de glauconie et de beaucoup de petits polypiers, recouvert d'un grès fin, vert clair, avec *Calianassa antiqua.* D'après l'auteur, le conglomérat représenterait la craie blanche, et le grès fin la craie supérieure de Maestricht. De son côté, M. Jasche a mis ce conglomérat de sable vert (*Trümmerkalk*) avec celui du Sudmerberg, près de Goslar.

---

(1) L'auteur n'indiquant point de quel *pied* il se sert, nous avons dû laisser le chiffre avec l'unité de mesure qu'il donne.

(2) *Geognost. Beschreib.*, etc. (*Bericht d. naturwiss. Vereins des Harzes*, 1840-41).

Les marnes crayeuses d'Ilsebourg sont fort étendues, reposent sur le quadersandstein inférieur, en l'absence de la série intermédiaire, et ressemblent beaucoup aux marnes pläner inférieures. Quant au quadersandstein, il se continue jusqu'à Blankenbourg, où il est encore recouvert par un dépôt semblable, constituant le Plattenberg, et faisant partie des roches arénacées de Reinsteine, ou étage supérieur de la formation (*oberen Quadersandstein*, Gein.). Ces roches du Plattenberg sont solides, schisteuses, grisâtres, jaunâtres, brunâtres, ou passent à une marne sablonneuse comme celle du pläner inférieur, et renfermant des nodules de fer sulfuré. D'après leurs fossiles, elles appartiennent à la marne quader supérieure (*oberen Quadermergel* Gein.).

Recherches de MM. Giebel, Beyrich, Ferd. Roemer, etc.

M. Giebel (1) paraît être le premier qui ait nettement distingué *deux quadersandstein*, l'un *inférieur* auquel nous avons exclusivement réservé ce nom, parce qu'il exprime une idée assez nette, quoique comprenant des faits que nous trouverons parfois un peu complexes, l'autre *supérieur* ou placé au-dessus des marnes *pläner* supérieures, mais dont la composition variable, mal définie, et les rapports stratigraphiques obscurs laissent beaucoup d'incertitude. Les trois assises ou étages que nous avons distingués sous le nom commun de *pläner*, en l'ajoutant ensuite comme substantif qualificatif à chacun d'eux, sont ainsi compris entre deux grès ou quadersanstein, le premier recouvrant le lias ou des dépôts plus récents jusqu'à l'argile de Hils équivalent du groupe néocomien, le second terminant la série crétacée du nord-ouest de l'Allemagne.

Dans une coupe faite depuis le granite de Rosstrappe, et passant par Quedlinbourg, pour aboutir à Halberstadt (2), on voit, succédant au granite, des schistes argileux, le grès bigarré, le muschelkalk, les marnes irisées, le tout concordant et subvertical jusqu'à Thales, où affleure, avec une discordance très prononcée, le quadersandstein, surmonté des marnes pläner inférieures, du calcaire pläner et des marnes pläner supérieures. Près de Weddersleben, on atteint l'étage crétacé le plus élevé, ou quadersandstein supérieur, qui fait suite à celui d'Altenbourg, près de Quedlinbourg, et qui

(1) *De geognostica septentrionalis Hercyniæ fastigii constitutione*. Halis, 1848. — *Gæa excursoria germanica*, pl. 21 et 22, fig. 9. Leipsick, 1848.

(2) B. Geinitz, *Das Quadersandsteingebirge*, etc., p. 42, pl. 1, fig. 2, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 778.

forme le rocher escarpé de *Teufelsmauer* mentionné précédemment. Dans cette localité, la marne pläner supérieure se montre immédiatement au-dessous, et par suite de l'amincissement des deux autres membres de la série, le quadersandstein inférieur vient affleurer presque immédiatement. Il reparaît aussi avant Quedlinbourg sous le sable vert, à dents de squales, et à Münzenberg il repose sur le lias soulevé en forme de selle, près de la ville même de Quedlinbourg.

M. Beyrich a publié un *Mémoire sur la composition et la distribution des couches crétacées des environs d'Halberstadt, de Blankenbourg et de Quedlinbourg* (1), mémoire accompagné d'une carte géologique et de coupes intéressantes. Mais nous devons dire que l'arrangement de faits relatifs à la Saxe, à la Bohême et à la Silésie, souvent mêlés sans nécessité à ceux de la région du Harz, ainsi qu'une terminologie, qui, pour différer un peu de celle de M. Geinitz, ne nous semble pas meilleure, rendent l'analyse et la coordination de ces recherches assez pénibles pour le lecteur. Comme ceux de plusieurs de ses devanciers, le travail de M. Beyrich manque souvent de méthode; il y a trop ou trop peu, et il nous a été difficile, nous devons l'avouer, d'en tirer une idée bien nette sur le sujet qui nous occupe.

Après avoir rappelé les opinions diverses de Ch. Raumer (2), de Fr. Hoffmann, de MM. Ferd. et Ad. Roemer, de MM. Naumann et Geinitz, puis les cartes de MM. Zobel et de Carnall, l'auteur propose de diviser l'ensemble des couches crétacées du nord de l'Allemagne en *quader inférieur*, *moyen*, *supérieur*, et *quader le plus élevé*, expressions dont nous établirons la synonymie, mais que nous éviterons d'employer, pour ne pas augmenter la confusion de la terminologie allemande.

La carte de M. Beyrich montre que l'axe central de Badeborn, Quedlinbourg et Laugenstein, dirigé E., O., est occupé d'abord, entre Badeborn et Quedlinbourg, par le gypse du grès bigarré qu'environne le muschelkalk, puis, à l'ouest de cette dernière ville, par le lias supérieur, le lias inférieur et les marnes irisées. Le qua-

---

(1) *Ueber die Zusammensetzung und Lagerung*, etc. (*Zeitsch. d. Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 288, 1849. — Geinitz (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 133).

(2) *Das Gebirge nieder schles. der Grafschaft Glatz*, etc., p. 125, 1818.

dersandstein inférieur entoure presque complétement cette ellipse fort allongée, bordée elle-même au nord par une bande de calcaire pläner (*zwischen Quader* ou quader moyen de l'auteur), qui présente encore quelques lambeaux au sud. Au nord, cette zone de pläner se replie vers l'E., pour circonscrire un autre massif par les bandes marneuses de Salzberg et du quadersandstein supérieur. Ce massif elliptique central est aussi allongé de l'E. à l'O. Quant à l'axe méridional de Quedlinbourg, il se compose de quadersandstein supérieur, de marnes pläner supérieures et des marnes de Salzberg.

On a déjà vu, d'après le travail si consciencieux de M. Frapolli, que la portion la plus considérable de la formation crétacée du Harz constituait une série de chaînons (axe de Quedlinbourg), dont le soulèvement avait amené au jour le lias, les marnes irisées et le muschelkalk, au centre de la chaîne. Le lias et les marnes irisées, par suite de leur composition, forment jusqu'à Quedlinbourg la vallée de Börnecke, dont les parois crétacées se prolongent comme deux crêtes d'abord parallèles, qui se réunissent ensuite au Lappenberg, point culminant de l'axe où la vallée se resserre et se ferme. M. Beyrich, après avoir décrit les caractères orographiques de ces divers dépôts, fait voir que le lias supporte le pläner, depuis Halberstadt, au delà d'Harzleben, probablement jusqu'à Ditfurth, que les marnes irisées et le lias sont recouverts par le quadersandstein inférieur sur d'autres points, et que les marnes irisées se montrent seules au bord méridional du Seweckenberg. De Blankenbourg à Ballenstedt, ces dernières supportent les diverses assises de la craie, et de Heimbourg vers Blankenbourg le muschelkalk et le grès bigarré forment à leur tour le *substratum* de ces dernières.

Les caractères généraux des dépôts crétacés et l'orographie du pays résultent de causes qui ont produit les chaînes secondaires du Teutoburger-Wald et du Harz, aux bords de l'Elbe. Ces caractères paraissent avoir une grande ressemblance avec ceux qu'affecte la formation jurassique des environs de Porrentruy, mais les chaînes du nord de l'Allemagne sont encore plus variées et plus irrégulières par suite du plus grand nombre de dépôts sur lesquels les mouvements se sont exercés. Le Harz a été souvent considéré comme une île entourée par la mer, avec des bords formés par le grès rouge (*Rothe todt Liegende*) et le zechstein, et dont la structure intérieure n'a aucun rapport avec la série des strates secondaires qui les circonscrivent.

M. Beyrich indique la présence et la position des divers membres

de la formation que nous avons déjà étudiés, et s'attache à les suivre dans les autres régions de l'Allemagne, dont nous n'avons pas encore traité. Aussi n'avons-nous pas à nous occuper ici de cette partie de son travail. Il reprend ensuite l'examen de tous les dépôts, depuis le zechstein jusqu'à la craie, dans le pays qui s'étend au nord du Harz, et décrit successivement, sous les rapports à la fois géographique et pétrographique, les quatre divisions qu'il y a établies, et qui diffèrent peu d'ailleurs de celles que nous connaissons déjà. Dans cette classification, comme dans les précédentes, les dépôts les plus obscurs, quant à leur véritable niveau, sont les plus récents, ceux pour lesquels nous avons adopté, faute de mieux, l'expression de *quadersandstein supérieur*, qui correspond au *quader le plus élevé* de M. Beyrich, son *quader supérieur* représentant ce que nous avons appelé *marnes supérieures du pläner* ou mieux *marnes pläner supérieures.* L'auteur n'a observé le dernier terme de la formation que près de Quedlinbourg.

Celui-ci se compose, ainsi qu'on l'a vu, de sable et de grès siliceux, puis de conglomérats siliceux subordonnés. Les grès ressemblent aux grès lustrés tertiaires de l'étage des lignites (*braun Kohle*) du nord-ouest de l'Allemagne. Il y a, en outre, des argiles et des dépôts charbonneux également subordonnés, mais la présence des coquilles marines éloigne toute idée que ce puisse être un dépôt lacustre. Nous donnons les détails d'une coupe de sa partie inférieure prise sur les bords de la Bode, de Jordansbach à Weddersleben, et qui pourra faire apprécier sa composition :

1. Argile brunâtre grise, schisteuse, friable.	1 pied.
2. Argile grise et sablonneuse avec des rognons d'argile ferrugineuse.	5
3. Argile rouge avec des grains de sable.	
4. Sable fin, jaune et blanc	5
5. Argile grise.	4
6. Grès compacte à grain fin, ressemblant au quadersandstein ordinaire	20
7. Argile schisteuse gris foncé	3
8. Argile gris sale	10

Les parties tout à fait supérieures de l'étage paraissent être peu développées et s'observent rarement.

La coupe N., S. d'Halberstadt à Blankenbourg montre les couches secondaires, depuis le muschelkalk jusqu'aux plus récentes, disposées en bassin renversé dans le voisinage immédiat du Harz. Une autre coupe dirigée de même de l'est d'Halberstadt à Thale fait voir le

redressement vertical des mêmes couches au contact du massif ancien dont la pression latérale, quoique très énergique, ne s'est cependant pas fait sentir jusqu'à une bien grande distance, car on ne tarde pas à trouver les strates presque horizontaux, ou seulement accidentés par la ride E., O. dont nous avons parlé. La coupe de Ballenstedt, prise au nord-ouest de la précédente, offre des faits analogues et de plus la ride secondaire qui a amené au jour le gypse inférieur du muschelkalk.

M. Ferd. Roemer (1), dans une coupe de Rheine à Bentlage, avait indiqué la présence du gault, ou une argile sableuse équivalente placée entre le pläner et l'argile de Hils, mais aucun fossile n'était cité à l'appui de cette supposition. En revenant sur les environs de Goslar, où l'on a vu que M. Ad. Roemer, son frère, pensait qu'il existait aussi un représentant de ce groupe, ce que nous n'avons pas admis par le même motif, M. Ferdinand Roemer (2) aurait rencontré dans les marnes panachées (*Flammenmergel*) les *Ammonites inflatus*, Sow., *Mayorianus*, d'Orb., et le *Solarium ornatum*, Fitt., d'où il conclut l'existence du gault sur ce point.

Mais nous ferons remarquer que la position de ces marnes est tout à fait incompatible avec cette déduction. En effet, partout où la série crétacée, au nord du Harz et du Teutoburger-Wald, est complète, jusqu'au conglomérat de Hils, où jusqu'au quadersandstein inférieur, le niveau de ces marnes tachetées est, de l'aveu de tous les géologues, *au-dessus* de ce quadersandstein, ou entre ce grès et le pläner inférieur; or, si l'on regarde ces marnes comme l'équivalent du gault, le grès et le conglomérat de Hils descendent dans le groupe néocomien, ce qui est contraire à toutes les données paléontologiques. En outre, que deviendrait l'argile de Hils (*Hilsthon*) de MM. Roemer, qui est le véritable représentant du groupe néocomien dans ce pays? Dans la localité dont nous parlons, sur le bord de l'Innerste, près Langelsheim, à peu de distance de Goslar, les marnes tachetées reposent sur des marnes de teinte foncée, auxquelles succèdent des grès blancs sans fossiles. Dans la précédente,

---

(1) *Ueber die geognost. Zusammenst.*, etc.: Sur la composition géogn. du Teutoburger-Wald., etc. (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 385.)

(2) *Ueber das Vorkommen*, etc.: Sur la présence des fossiles du gault dans les marnes tachetées, etc. (*Ib.*, 1851, p. 309). — L'*Ammonites inflatus* aurait aussi été trouvée dans la même assise à Rothwelle, près Salzgitter (*Ib.*, p. 576).

au nord de Rheine, c'est sur l'argile de Hils, le quadersandstein paraissant manquer en cet endroit.

Nous persistons donc à croire que ces trois espèces fossiles, les seules qui aient été citées, fort rarement encore et sur deux points seulement du versant septentrional du Teutoburger-Wald et du Harz, ne peuvent suffire pour faire admettre que le gault existe dans l'espace compris entre la rive droite du Rhin et la rive gauche de l'Elbe, en Westphalie, dans le Brunswick et la région hercynienne. D'un autre côté, la présence du quatrième groupe, ou groupe néocomien, que nous allons décrire dans une partie de cette même surface, prouvera encore que toutes les assises que nous venons de mentionner et que nous avons essayé de caractériser, appartiennent au premier et au second groupe de la formation crétacée, tels à peu près que nous les avons limités en Angleterre et en France. Nous traiterons du parallélisme probable de quelques unes de leurs subdivisions, et de leur extension respective, lorsque nous aurons étudié comparativement les autres régions crétacées de l'Allemagne.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

F. Hoffmann, Carte du pays d'Halberstadt et de Magdebourg (*Beiträge z. genauern Kentniss d. geogn. Verhalt. Nord-Deutschlands*, in-8, Berlin, 1823).

Christ. Keferstein, Sur la position des lignites regardés comme tertiaires, placés sous la craie des environs de Halle (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 181).—Sur les environs de Quedlinbourg, de Halberstadt et de Helmstedt (*Teutschland*, etc., vol. III, cah. 2).

G. Schuster, Description géologique des environs de Goslar, avec carte et coupes (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 127 et 328).

De Klipstein, Essai d'une division géographique et géognostique de l'Allemagne occidentale, avec des détails sur la géologie des différentes divisions (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 255-289).

Brosse, *Geognostisches Bild des Harzes*, carte géologique du Harz, d'après Hoffmann, Julius et Berghaus. 1 feuille. Brunswick, 1836.

W. Werner, *Karte von Harzgebirge*, etc. Carte topographique, géologique, minéralogique et historique du Harz, à l'échelle de 1/125000. 1 feuille. Magdebourg, 1843.

E. de Sydow et H. Credner, *Thuringen und der Harz:* La Thu-

ringe et le Harz, esquisse orographique et géologique; échelle 1/1000000. Petit in-fol. Gotha, 1843.

J.-G. Bornemann, *Ueber die geognost. Verhält. des Ohm-Gebirges bei Worbis :* Sur la constitution géognostique des collines de Ohm, près Worbis, avec carte et coupes (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 27).

Un îlot de *pläner* entouré par le *Wellenkalk* (muschelkalk), au nord de la Bode, près Gerode, a présenté l'*Ammonites varians*, le *Turrulites tuberculatus*, le *Hamites armatus?* la *Terebratula pisum*, l'*Inoceramus Cuvieri*, l'*I. orbicularis*, la *Lima multicostata*, des *Siphonia*, etc.

De Strombeck, *Exogyra columba* trouvée dans les marnes tachetées (*Flammenmergel*) au nord-ouest du Harz (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 55).

La présence de ce fossile est une preuve de plus à l'appui de l'opinion que nous avons émise ci-dessus.

Voyez aussi A. Boué, *Guide du géologue voyageur*, vol. II, p. 487 et 520. 1835.

§ 3. Groupe néocomien (Hanovre, Brunswick, le Harz).

Nous avons vu en Westphalie le second groupe de la formation crétacée reposer directement sur les schistes houillers ou sur le calcaire carbonifère; dans le sud du Hanovre et le long du Harz il s'étend sur les formations secondaires plus anciennes, d'où l'on peut conclure que les eaux où il s'est déposé occupaient beaucoup plus d'espace que celles de la période néocomienne, dont nous trouvons les sédiments fort restreints dans cette partie du nord-ouest de l'Allemagne, et n'affleurant que sur de très petites surfaces, eu égard à celles que couvrent les deux groupes supérieurs.

Observations de M. Ad. Roemer.

De même qu'en Suisse, les premiers observateurs qui ont signalé le groupe néocomien dans le Hanovre ont cru que ses fossiles se représentaient dans la formation jurassique, et ils y comprenaient, en outre, des strates plus anciens appartenant au groupe wealdien. En 1838, M. F. Ad. Roemer (1) reconnaissait que l'argile décrite par lui sous le nom d'argile de Hils (*Hilsthon*) pouvait être consi-

(1) *Bull.*, vol. IX, p. 377; 1838. — *Die Versteinerungen des Nord. Oolithen Gebirges*, p. 13, in-4 avec planches. Hanovre, 1836. — *Ib.*, supplément, p. 7 et 56; 1839.

dérée comme parallèle aux couches néocomiennes des environs de Neuchâtel, et qu'elle était séparée de l'étage de Portland par l'argile wealdienne, des grès équivalents à ceux d'Hastings, et par un calcaire à Serpulites, contemporain de l'étage de Purbeck.

Peu après, le même savant admit (1) que cette argile de Hils correspondait aussi au grès vert inférieur d'Angleterre, comme l'avait soupçonné M. Fitton, de sorte qu'il résolvait presque en même temps deux questions de stratigraphie fort importantes pour les plus anciens dépôts crétacés de l'ouest de l'Europe.

M. Roemer ajoutait que l'argile wealdienne étant bien développée dans le voisinage de celle de Hils, il n'était pas probable que cette dernière en fût contemporaine. Néanmoins, leur superposition directe n'avait pas encore été observée. Seulement la place de l'argile de Hils se trouvait bien indiquée dans les coupes des environs de Salzgitter (2), de la colline de Deister à Bredenbeck au sud-ouest de Hanovre (3), au pied des collines de Hils, à Elligser-Brink et Walsterberg (4), et la plupart de ses fossiles ont été décrits et figurés dans le supplément qu'a publié l'auteur en 1839.

Au pied nord de la colline de Deister, près de Bredenbeck et de Wenningsen, au sud-ouest de Hanovre, sur la route de Hameln, on remarque une assise argileuse (*Wälderthon* ou *Weald clay*) immédiatement recouverte par une autre masse d'argile de 20 mètres d'épaisseur, bleu grisâtre, renfermant des rognons arrondis de calcaire gris brun, des nodules de pyrites et de petits cristaux de gypse; c'est l'argile de Hils (*Hilsthon*) de M. F. Ad. Roemer (5). On l'observe également au pied septentrional du Galgenberg, près d'Hildesheim, près des villages d'Achtum, de Wendhausen, et elle se prolonge vers Farmsen et Lafferde. Un troisième lambeau de cette même assise, celui qui est le plus connu, existe dans les collines d'Hilsmulde, non loin d'Alfeld, sous les affleurements du quadersandstein, et surtout près d'Elligser-Brink, où l'on a rencon-

(1) *Bull.*, 1re série, vol. X, p. 395. *Nota*, 1839.

(2) *Die Verstein. d. Nordd. Ool. Geb.—Nachtrag*, 1839, pl. A., fig. 2.

(3) *Ib.*, fig. 5.

(4) *Ib.*, fig. 6.

(5) *Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges.* Pétrifications de la formation crétacée du nord de l'Allemagne, p. 129, in-4° avec 16 planches; Hanovre, 1840-41. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 323, 1840.

tré du bois charbonné et ferrugineux. L'argile est mise à découvert dans plusieurs exploitations du versant méridional de la colline de Hils. Autour d'Hilsmulde, du gypse panaché en masses considérables contient du soufre et du bitume impur (Weenzen).

D'après quelques fossiles, l'argile précédente se montrerait aussi à Rehburg, dans le voisinage de Salzgitter et de Liebenbourg. Près de Goslar, sous le quadersandstein, une assise d'argile recouvre une roche ferrugineuse oolithique, jaunâtre, à laquelle succède un grès noirâtre. L'un et l'autre, dépourvus de fossiles, semblent encore appartenir à l'argile de Hils. A Elligser-Brink, à 7 lieues au sud d'Hildesheim, sur la route de Göttingen, quelques auteurs avaient pris ces argiles pour celles d'Oxford ou pour celles de Kimmeridge, et M. Roemer lui-même les regardait d'abord comme la partie supérieure de la formation jurassique, mais, les ayant vues ensuite recouvrir l'argile wealdienne, il n'hésita plus à les mettre au niveau de l'argile de Speeton.

Sur plusieurs points, comme dans la vallée de l'Inner, le conglomérat de Hils appartiendrait aussi au groupe néocomien. On voit de bas en haut, dans cette dernière localité, des strates jaunes, bleuâtres, se divisant en dalles minces, un grès de 7 à 8 mètres d'épaisseur, jaune, assez solide, une roche ferrugineuse, oolithique, de 2 mètres, un lit mince d'une autre roche ferrugineuse dure, un banc d'oolithe sablonneuse de 1^{m},60, recouvert par des sables rouges, jaunâtres, grisâtres, puis par les marnes pläner inférieures et le calcaire pläner. L'ensemble de ces diverses couches atteint par places jusqu'à 18 mètres. Près de Vahlberg, sur l'Asse, et de Berklingen, non loin de Wolfenbüttel, se trouve aussi le conglomérat de Hils, reposant sur le lias moyen. A Vahlberg, six bancs distincts sont séparés par des marnes tendres peu épaisses. Enfin, on l'observe au nord de Schandelahe, à peu de distance de Brunswick, près de Schöppenstedt, etc.

D'après les listes de fossiles que donne M. Roemer, on voit que la *Modiola pulcherrima*, Phill., l'*Isocardia angulata*, id., la *Panopæa plicata*, Sow., la *Fistulana constricta*, id., le *Belemnites pistillum*, Roem. (*B. minimus*, List.), les *Ammonites rotula*, Sow., et *asper*, Mér., les *Hamites Beanii*, Phill., *obliquecostatus*, Roem., *fissicostatus*, Phill., *raricostatus*, id., *capricornus*, Roem., *sexnodosus*, id., *decurrens*, id., et la *Serpula Phillipsii*, id., se trouveraient particulièrement dans l'argile de Hils. D'autres espèces seraient communes à cette argile et au conglomérat du même nom,

5 (*Pecten asper*, Lam., *Thracia Phillipsii*, Roem., *Mya elongata*, id., *Hamites gigas*, Sow., *Cotopygus carinatus*, Ag.) seraient communes au quadersandstein, et un plus grand nombre (23) se retrouveraient dans le grès vert inférieur d'Angleterre. En combinant ces diverses associations de fossiles, l'auteur conclut que l'argile de Hils est très voisine du *Quadersandstein* et du *Pläner*, mais il convient que la présence de l'*Ammonites asper*, de l'*Exogyra sinuata* et d'autres espèces la rapprochent aussi beaucoup du groupe néocomien de la Suisse et de la France, ainsi qu'il l'avait admis précédemment.

Observations diverses.

Quant à ces prétendues associations de fossiles appartenant ailleurs à des étages distincts, il est probable, comme nous aurons occasion de le dire tout à l'heure, qu'elles sont dues à un parallélisme qui n'existe réellement pas entre les différentes localités où on les a recueillis. M. Alc. d'Orbigny (1) n'a point hésité à admettre comme faisant partie du quatrième groupe les dépôts des environs de Hanovre, dans lesquels avaient été rencontrés l'*Exogyra Couloni*, le *Toxaster complanatus*, l'*Avicula Cornueliana*, des Térébratules et des polypiers propres aux couches néocomiennes de la partie orientale du bassin de la Seine. Il a fait remarquer, en outre, que les roches mêmes avaient une très grande analogie dans les deux pays, puisqu'on trouvait également dans le Hanovre des alternances de bancs bleuâtres marneux et de calcaires marneux jaunes.

L'argile de Hils paraît à l'ouest des localités précédentes, dans le Teutoburger-Wald près de Gräfinghagen, à 2 lieues au sud-est de Bielefeld. M. Ferd. Roemer (2) signale une galerie d'exploitation commencée dans les marnes irisées, auxquelles succèdent plusieurs étages de la formation jurassique, l'argile de weald, l'argile néocomienne de Hils, le *Quadersandstein* et le *Pläner*. L'argile de Hils de 4 toises (*Lachter*) d'épaisseur est composée de lits minces d'une argile ferrugineuse ou de fer carbonaté argileux, alternant avec des bancs également minces de grès impurs, gris jaunâtre. La roche, exploitée comme minerai, est une sphérosidérite gris verdâtre, quelquefois tachée de brun ou de vert, quelquefois aussi remplie de minerai en grains.

Les fossiles, nombreux et bien conservés, appartiennent à des formes que nous avons vues propres à cet étage dans la colline de

(1) *Bull.*, 2e série, vol. III, p. 23, 1845.
(2) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 273.

Deister, près de Bredenbeck, ainsi qu'à Osterwald. Ce sont : *Belemnites subquadratus*, Ad. Roem., partout caractéristique de cette argile dans le nord de l'Allemagne, une grande Ammonite, aussi de Bredenbeck, *Pholadomya alternans*, Ad. Roem., *Thracia Phillipsii*, id., *Pinna rugosa*, id. et *Ammonites Decheni*, id. Dans les grès qui alternent avec les argiles abonde l'*Avicula macroptera* toujours très commune au même niveau.

Mémoire de M. de Strombeck.

Suivant M. de Strombeck (1), à qui l'on doit d'excellents travaux sur la géologie du duché de Brunswick, le groupe néocomien de ce pays est en grande partie composé d'argile gris brunâtre, quelquefois schisteuse (*Hilsthon*), de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur. Vers le haut, on remarque, par places, de petits cristaux de gypse, des nodules de fer argileux, de fer spathique et de calcaires impurs. Les fossiles y sont rares, mais vers le bas est une roche hétérogène, d'épaisseur variable, atteignant jusqu'à 12 ou 15 mètres de puissance. L'argile mélangée de calcaire passe à une marne, puis à un calcaire gris bleuâtre, très dur. Sur d'autres points, des fragments anguleux ou arrondis d'argile ferrugineuse sont enveloppés dans un calcaire argileux peu solide, gris ou jaunâtre. Lorsque le ciment calcaire disparaît, on a un banc de minerai de fer en grains (*Bohnerz*). Les fossiles abondent dans ces roches fragmentaires que l'auteur assimile au conglomérat de Hils.

Le groupe néocomien, ainsi constitué, repose sur le calcaire de Portland ou sur le coral rag, et, en leur absence, comme au pied du Harz, sur le lias à Bélemnites et les argiles avec *Ammonites opalinus*. Dans le voisinage de ces montagnes, on l'a vu recouvert par le quadersandstein inférieur jusqu'aux environs de Hornbourg, où ce dernier étage paraît manquer, de même que près des collines d'Elm et de l'Asse où ce sont les marnes tachetées (*Flammenmergel*) qui le surmontent.

La coupe S.-O., N.-E., faite par M. Ferd. Roemer (2) à travers le Teutoburger-Wald, de Jacobsberg à Kirchdornberg, montre une superposition semblable à cette dernière. Sous l'argile

(1) *Ueber die neocomien Bildung*, etc. Sur la formation néocomienne des environs de Brunswick (*Zeitschrift d. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 462, 1849). — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 230. — *Quart. Journ. geolog. Soc. of London*, vol. VII, p. 105, 1851. — Sur la *Terebratula oblonga*, Sow., ou *T. cardium*, Lam., suivant M. Bronn (*Zeitsch. d. geol. Gesellsch.* vol. II, p. 76, 1850).

(2) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 385 et pl. 1.

de Hils du Buckeberg, viennent l'argile wealdienne, le calcaire à Serpulites, le lias, les marnes irisées et le muschelkalk, qui forme une selle, dont l'axe est incliné au N.-O. comme tout le système, et contre laquelle s'appuient aussi les marnes irisées dans cette dernière direction; de sorte que, depuis le pläner jusqu'à l'axe de plissement du calcaire gris du muschelkalk et au delà de celui-ci, toutes les couches sont concordantes, plongeant de 75° au N.-O. Dans une seconde coupe, S., N., de Rheine aux écluses de l'extrémité du canal de Schiffart, où l'auteur a, comme on l'a dit, assimilé au gault une couche de sable vert qui supporte le pläner, on voit au-dessous une masse puissante d'argile noire avec sphérosidérites, à laquelle succèdent, comme précédemment, les marnes schisteuses foncées à Cyrènes de l'étage wealdien, le calcaire schisteux noir à Serpulites et les argiles noires schisteuses du lias. Enfin, dans la troisième coupe S., N., du Gilderhäuser-Berg à l'Ister-Berg, le calcaire néocomien sableux, gris jaune, recouvre encore, toujours d'une manière concordante, les argiles wealdiennes.

M. de Strombeck adopte complétement le parallélisme reconnu par M. F. Ad. Roemer entre les argiles et le conglomérat de Hils de certaines localités et le groupe néocomien de la Suisse, du sud de la France, comme avec le grès vert inférieur d'Angleterre. Il cite dans les couches les plus basses :

Toxaster complanatus, Ag., *Pyrina pygæa*, Des., *Terebratula oblonga*, Sow., *T. multiformis*, Roem., *T. biplicata*, var. Sow., *T. sella*, id., *Ostrea macroptera*, id., *Exogyra spiralis*, Gold., *E. sinuata*, Sow. (*E. Couloni*, Defr.), *E. aquila* et *falciformis*, Gold., *Pecten crassitesta*, Ad. Roem., *P. atavus*, id., *Myopsis* (*Panopæa*) *arcuata*, Ag., *Belemnites subquadratus*, Ad. Roem., *Ammonites bidichotomus*, d'Orb., *A. Astierianus*, id.

Par ses fossiles, poursuit l'auteur, le conglomérat de Hils des environs de Brunswick ressemble beaucoup à l'étage néocomien inférieur de la Suisse, et, en particulier, à celui du Salève, et ce qui ajouterait à cette analogie, c'est que, suivant lui, la *Terebratula multiformis*, Ad. Roem., serait la même que la *T. depressa* de la Suisse, et la *T. sella* du Brunswick représenterait la *T. biplicata*, var. *acuta*, également de la Suisse (1). Dans l'argile elle-même, où

(1) S'il en était ainsi, on pourrait dire que la *T. sella* de Brunswick n'est pas l'espèce désignée sous ce nom par Sowerby, laquelle diffère de la *T. biplicata*, var. *acuta* de Buch.

sont enveloppées les masses qui contiennent les fossiles, il y a peu d'espèces qui se retrouvent en même temps dans le conglomérat de Hils. Les fossiles les plus constants sont : *Pecten crassitesta*, Roem., *Exogyra sinuata*, Sow., une Bélemnite voisine du *B. subfusiformis*, Roem. Les faunes de la partie supérieure et de la base de la série ne différant d'ailleurs que par les Bélemnites, il ne semble pas y avoir de motifs suffisants pour établir deux sous-divisions, et l'on peut considérer le tout comme constituant un étage caractérisé par une faune unique. Cet étage consisterait principalement en un puissant dépôt argileux, vers le bas duquel les roches fragmentaires ou hétérogènes avec une grande quantité de fossiles ne sont que des circonstances locales.

Malgré ces faits établis par un observateur aussi éclairé et aussi consciencieux que M. de Strombeck, M. Saemann (1) croit avoir des motifs pour penser que, dans le Brunswick, le conglomérat de Hils n'appartiendrait pas plus au groupe néocomien que celui d'Essen, placé précédemment sur l'horizon du tourtia. Il y aurait eu confusion de fossiles, ceux du véritable dépôt néocomien argileux (*Hilsthon*) ne se trouvant pas dans le conglomérat ferrugineux où existeraient, au contraire, la plupart des corps organisés de la couche inférieure d'Essen. Mais l'auteur paraissant avoir peu étudié ces couches en place, et s'en rapporter à l'examen rapide de quelques collections, nous ne tirerons aucune conséquence de ses observations non plus que de son raisonnement dont le peu de clarté ne nous permet guère d'apprécier l'exactitude. Nous croyons plus utile, et en même temps plus instructif, de donner ici, par localités, la liste des espèces que M. de Strombeck a bien voulu nous envoyer il y a quelque temps, et telle qu'il l'a dressée lui-même en la joignant aux échantillons et à un croquis du pays, situé au sud-est de Brunswick. On y trouvera réunis les éléments de la question dont nous venons de parler.

Conglomérat de Hils de Berklingen et de Gross Vahlbergh, dans des masses situées vers la limite inférieure de l'argile de Hils, où l'on a trouvé aussi quelques individus d'*Ammonites bidichotomus*, Leym., *Asticrianus*, d'Orb., et d'une grande espèce de Nautile, on rencontre : *Ceriopora spongiosa*, Roem., *Serpula Phillipsii*, id., *S. gastrochænoides*, Leym., *Nucleolites lacunosus*, Gold., *N. ovulum*, Ag., *Holaster L'Hardyi*, Dub., *Toxaster complanatus*, Ag., *Pecten crassitesta*,

(1) *Bull*, 2ᵉ sér., vol. VI, p. 462, 1849.

Roem., *P.* indéterm., *Ostrea macroptera*, Sow. (*O. carinata*, Lam.?), *Exogyra sinuata*, Sow. (*E. aquila* et *falciformis*, Gold., *E. Couloni*, Defr., *E. subsinuata* et *aquilina*, Leym.), *E. spiralis*, Gold. (*O. Tombeckiana*, d'Orb.), *E. subplicata*, Roem., *Terebratula biplicata*, var. *sella*, Sow., (*T. biplicata*, var. *longirostris*, Wahl. Roem., *non* de Buch), *T. depressa*, Sow., de Buch (*T. plicatilis*, Sow., Bronn), var. *multiformis*, Roem., id. var. *nuciformis*, id., *T. id.*, var. *paucicosta*, id., *T. oblonga*, var. *Puscheana*, Roem., *T. oblonga*, Sow. (*T. quadrata*, Sow. *in* Fitt.), *T. longa*, Roem. (*T. faba*, Sow. *in* Fitt.), *T. tamarindus*, Sow. *in* Fitt. (*T. subtrilobata*, Leym.?), *T.*, plusieurs espèces indéterminées, *Belemnites subquadratus*, Roem.

Au Rautenberg, près de Schöppenstedt, où la roche présente un aspect corallien, on trouve : *Manon peziza*, Gold., *id.* var., *Scyphia tetragona*, id., *S. furcata*, id., *Heteropora tuberosa*, Roem., *Ceriopora spongiosa*, id., *Terebratula oblonga*, Sow., *T. depressa*, Sow., de Buch, et plusieurs variétés, *T. biplicata*, passant, suivant l'auteur, à la *T. sella*, Sow., et à la *T. biplicata*, var. *acuta* de Buch, *T. tamarindus*, Sow. *in* Fitt., *T. prælonga*, id. *in* id. (var. de la *T. biplicata?*).

Les dépôts littoraux du Œselberg, près de Wolfenbüttel, renferment : *Manon peziza*, Gold. (*Tragos acutimargo*, Roem.), *id.* var., *Scyphia tetragona*, Gold., *S. furcata*, id., *Heteropora arborea*, Dunk. et K. (renfermant plusieurs espèces), *Ceriopora stellata*, Gold., et deux variétés, *Ceriopora spongiosa*, Roem., var., *Serpula gordialis*, Schloth., *S.* n. sp., *S. gastrochænoides*, Leym., *Cidaris variabilis*, Dunk. et K. (*C. punctata*, Roem., Ag.), *Avicula macroptera*, Roem. (*A. Cornueliana*, d'Orb.), *Exogyra spiralis*, Gold., *id.* var., *Crania irregularis*, Roem. (*Patella subquadrata*, Dunk. et K.), *Terebratula depressa*, Sow., de Buch, var. *latissima*, Sow., *T. prælonga*, Sow. *in* Fitt., *T. tamarindus*, id., *T. oblonga*, Sow., var. *pectiniformis hilscana*, Roem., *T. longa*, Roem. (*T. faba*, Sow. *in* Fitt.).

Les fossiles de l'Elligser-Brink (Hanovre) sont : *Pentacrinus annulatus*, Roem., *Modiola pulcherrima*, id., *Exogyra spiralis*, Gold., *Terebratula depressa*, Sow., de Buch, *T.*, plusieurs espèces, *Pollicipes Hausmanni*, Roem.

Enfin, les fossiles de l'argile de Hils, proprement dite, sont : le *Belemnites Brunswicensis*, n. sp. voisine du *B. subfusiformis*, Rasp., trouvé à Querum, près de Brunswick, avec l'*Exogyra sinuata*, Sow., et d'autres fossiles signalés dans le conglomérat, mais qui sont ici très rares (1).

(1) Voyez aussi Philippi, Rotalie et Lingule dans l'argile de Hils (*Neu. Jahrb.*, 1837, p. 662). — *Ueber einige Versteiner, und* Perna Mulleti, etc. Sur quelques fossiles et sur la *Perna Mulleti* de l'argile de Hils d'Elligser-Brink et de Holtensen (Brunswick), par C.-L. Koch (1 *Turbo*, 3 Turritelles, 1 Arche, 2 Vaginules, 1 Fondiculaire.

Résumé.

Le groupe inférieur de la formation crétacée sur cet ancien littoral du nord-ouest de l'Allemagne est donc, en réalité, très réduit dans son épaisseur et dans son étendue, lorsqu'on le compare au développement qu'il atteint dans le sud de l'Angleterre, l'est et le sud-est de la France, la Suisse et la Savoie. Ce faible dépôt semble même ne représenter qu'une partie de l'étage inférieur du groupe, puisque l'étage moyen des calcaires blancs à *Caprotina ammonia*, comme le supérieur, les argiles à Plicatules, y manque entièrement. En outre, le groupe du gault, suivant nous, n'existant pas non plus dans ce pays, ou les preuves, qu'on a cru donner de sa présence, étant insuffisantes, on voit qu'il y a eu dans cette région un hiatus très considérable, depuis ces rudiments néocomiens jusqu'au dépôt du quadersandstein inférieur, représentant la base de la craie tuffeau. En Westphalie, cette lacune est encore plus prononcée, puisque nous n'y avons pas même observé ces traces de sédiments néocomiens.

D'après cela on pourrait encore s'étonner qu'il existât dans le Teutoburger Wald, le Hanovre, le Brunswick et le versant septentrional du Harz, quelque doute sur le véritable niveau du conglomérat de Hils, car, si sa faune n'était pas néocomienne, elle devrait être complétement différente de celle-ci, et l'on ne concevrait pas les mélanges, les passages ou les erreurs de détermination que l'on a invoqués. Il n'est pas non plus exact d'avancer, comme l'a fait M. Saemann (1), que l'absence du gault soit la seule différence qu'il y ait entre le développement du système crétacé de la France et celui de l'Allemagne.

§ 4. Groupe wealdien du nord-ouest de l'Allemagne.

Observations diverses.

Les motifs que nous avons exposés (*antè*, vol. IV, p. 111), en décrivant les dépôts wealdiens à la suite de la formation crétacée proprement dite, s'appliquent à la partie de l'Allemagne dont nous nous

---

1 Nodosaire). *Beiträge z. naturgesch. d. Vorwelt.*, etc., par W. Dunker et H. *von* Meyer, 4e livr., p. 169, 1848. — Sur deux Pholades de l'argile de Hils, près Bredenbeck, sur le Deister, par Ad. Roemer. *Ib.*, p. 329, 1851. — *Neue Kreide Foraminiferen:* Nouveaux Foraminifères de la craie, par Ad. Roemer (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 272). — Sur le Rautenberg, le lias et la craie qui le recouvre près de Schöppenstedt, par Quenstedt (*Arch. f. Naturg.*, de Wiegman, 1836, vol. I, p. 254).

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 452, 1849.

occupons, aussi bien qu'aux îles Britanniques et au nord de la France.

Déjà F. Hoffmann (1) avait indiqué et même représenté sur sa carte un ensemble de couches qu'il comparait au groupe wealdien de l'Angleterre. Plus tard, M. Fr. Ad. Roemer (2), en rapportant l'argile de Hils aux assises néocomiennes, ajoutait que, dans le Hanovre, elle était séparée de l'étage de Portland par trois autres assises, assez puissantes, dont il désignait la plus basse sous le nom de *calcaire à Serpulites*, mettant la seconde en parallèle avec les sables d'Hastings, et la troisième avec l'argile de Weald. Il avait d'abord signalé celle-ci (*Wälderthon*) (3) sur plusieurs points du Hanovre et dans le Teutoburger-Wald, et les coupes qu'il donna ensuite (4) de l'Osterwald, du Süntel, du Deister, d'Elligser-Brink et du Wesergebirge, montrèrent la relation de ces trois assises ou étages entre eux, aussi bien qu'avec les couches plus anciennes qui les supportent et avec celles qui les recouvrent.

Le groupe wealdien, y compris l'étage de Purbeck, est très développé dans le nord de l'Allemagne, et surmonté par un grand dépôt argileux avec des coquilles marines (argiles de Hils) que M. Roemer supposait alors avoir leurs analogues à la fois dans les couches oolithiques et dans les couches crétacées. Presque toutes les espèces de ce dépôt wealdien du nord, ajoutait-il, ont leurs identiques en Angleterre ; ce sont les mêmes *Cypris tuberculata*, *granulosa*, *valdensis*, etc. On l'observe particulièrement près de Bottingen, où l'on a trouvé le *Lepidotus Mantelli*.

L'argile de weald (*Weald clay*, *Wälderthon*) est gris bleuâtre ou brunâtre, avec quelques lits subordonnés de calcaire et de grès. A l'exception d'une Astarte, les fossiles sont d'eau douce et presque exclusivement ceux qu'on trouve en Angleterre, dans les dépôts du même âge. Les sables d'Hastings sont représentés par un grès

---

(1) *Orographischen und geognost. Verhältn. des Nordwestl. Deutschl.*, p. 485, Leipsick, 1830.

(2) *Bull.*, 1re série, vol. IX, p. 377, 1838.

(3) *Die Versteinerungen des Norddeutsch. Oolit. Gebirges*, p. 14, in-4° avec planches ; Hanovre, 1835.

(4) Id. ib., *Nachtrag*, p. 6, 56, et pl. A, fig. 4, 5, 6, 7, 1839. — *On the wealden formation of the North of Germany* (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 120). — *On the chalk*, etc. Sur la craie et les formations sous-jacentes, jusqu'à l'étage de Purbeck inclusivement, dans le nord de l'Allemagne (*ibid.*, p. 323, 6 mai 1840).

blanc ou gris jaunâtre, alternant quelquefois vers le haut avec une argile grise et contenant de 7 à 10 bancs de charbon exploitable. L'épaisseur totale du grès varie de 146 à 233 mètres, celle des bancs de combustible de 0m, 29 à 1 mètre. Ceux-ci sont séparés par des bancs de grès peu épais. Les fossiles sont des *Unio* et des végétaux (*Endogenites*, *Abies*, *Sphenopteris*, *Lonchopteris*) appartenant tous à des espèces déjà signalées de l'autre côté de la Manche. Les dépôts mis en parallèle avec ceux de l'étage de Purbeck sont des calcaires coquilliers, alternant avec des grès en bancs, et d'autres affectant la forme de masses concrétionnées aplaties. On y remarque même deux couches de vase ou de boue (*dirt beds*), mais l'auteur n'y avait pas encore rencontré de Cycadées, comme dans l'île de Portland. Les coquilles sont un mélange d'espèces marines et lacustres (Paludines, Huîtres, Cyrènes, Gervillies, Serpules, etc.). Le groupe, ainsi constitué, se montre près d'Helmsted, et s'étend de Hanovre, par Minden, à Ibourg et Rhine, près de Munster (Westphalie), fournissant presque partout de bon combustible.

MM. C. L. Koch et W. Dunker (1) ont fait connaître plusieurs fossiles de l'argile wealdienne de ce pays, particulièrement ceux des couches associées au charbon d'Obernkirchen (2 Mélanies, 3 *Unio*, 1 Cyclade, 2 *Psidium* et 1 Cyrène). Le second de ces savants a publié ensuite un travail spécial fort étendu sur ce sujet, et nous extraierons ce qui suit de l'introduction géognostique dont il a fait précéder la partie paléontologique.

Recherches de M. Dunker. — Composition et caractères pétrographiques.

Le groupe wealdien du nord de l'Allemagne, dit M. Dunker (2), se compose principalement d'argiles, de marnes, de grès et de calcaires, les deux premières roches étant celles qui dominent. Les argiles sont plastiques, ou passent à des schistes argileux et à des marnes argileuses, sablonneuses ou schisteuses. Elles sont grises, noirâtres ou colorées en jaune par du fer hydraté. Les grès sont blancs, gris ou jaunâtres, à grain très fin, à cassure unie, passant

(1) *Beiträge zur Kenntniss des Norddeutsch. Oolithgebildes und dessen Versteinerungen*, in-4, 7 pl.; Brunswick, 1837.

(2) *Monographie der Norddeutschen wealdenbildung*. etc. Monographie de la formation wealdienne dans le nord de l'Allemagne, matériaux pour servir à l'histoire naturelle du monde antédiluvien, avec une dissertation sur les reptiles fossiles de ces dépôts, par M. H. de Meyer, in-4, avec 20 pl. de fossiles et une de coupes, Brunswick, 1846.

rarement à des conglomérats à ciment argileux (Buckeberg et Osterwald). Quelquefois ils sont marneux, plus rarement très quartzeux. L'absence de ciment les fait passer à des sables (Süntel, Osterwald). Ils deviennent plus ou moins schisteux, mais le mica et le talc y sont très rares, ainsi que le fer sulfuré.

Les calcaires se montrent vers la base du groupe; ils sont d'un gris clair ou jaunâtre, brunâtres, rarement rougeâtres ou verdâtres (Osterwald, Süntel), à cassure mate, un peu conchoïde, quelquefois esquilleuse. Ils sont mélangés d'argile ou de sable, ou bien sont bitumineux, et passent à un calcaire fétide (*Steinkalk*). Ils contiennent même, par places, du bitume liquide (le Harz). Ce dernier calcaire existe particulièrement dans l'assise à *Serpulites*. Certains bancs sont entièrement composés de coquilles de Cyrènes, etc., consolidées, et plus ou moins remplies de bitume. Il y a quelques conglomérats calcaires dont les fragments proviennent du muschelkalk. Ils sont jaunâtres, grisâtres, contiennent des morceaux de grès, des plantes décomposées, des écailles de *Lepidotus* et d'autres poissons, et des dents de *Pycnodus*.

Houille.

Le charbon qu'on rencontre dans ce groupe offre généralement l'aspect et même les caractères de la véritable houille, plutôt que ceux du lignite. Il montre rarement la structure encore ligneuse de ce dernier. Il est très bitumineux, et dans le comté de Schauenbourg, comme dans la principauté de Buckebourg, il est comparable aux meilleures houilles d'Angleterre. M. Regnault (1) a trouvé que la houille d'Obernkirchen, dont la pesanteur spécifique est 1,279, renfermait : carbone 89,50, hydrogène 4,83, oxygène et azote 4,67, cendre 1, et qu'elle constituait une houille maréchalle d'excellente qualité, très collante, exclusivement employée dans les usines métallurgiques du nord de l'Allemagne et donnant un coke très boursouflé. Ces charbons sont très denses, noirs, brillants, à cassure irrégulière, souvent conchoïde; ils sont très fendillés, se brisent facilement, et se réduisent en petits morceaux. Le fer sulfuré remplit fréquemment les fentes perpendiculaires à la stratification.

---

(1) *Recherches sur les combustibles minéraux* (*Ann. des mines*, 3e sér., vol. XII, p. 213, 1837). — *Jahrb. der chem. Technol.*, etc., de F. Knapp, 1844, p. 21. Cette couche, de 0m,40 d'épaisseur, était alors rapportée par les uns au lias supérieur, et par d'autres au grès vert ; or elle n'appartient ni à l'un, ni à l'autre.

Parfois, cependant, ce combustible se rapproche du lignite, et l'on y distingue des fibres ligneuses, qui semblent provenir de conifères (Dornberg, près de Bielefeld, Duingen, Helmstadt, etc.). Les recherches de M. Varrentrupp (1) ont prouvé que dans cette variété la substance végétale est, en effet, beaucoup moins altérée. Le charbon passe aussi à l'état de houille piciforme ou jayet. Il est alors d'un noir intense, très brillant, à cassure conchoïde, et quelquefois les fragments affectent une forme prismatique (Duingen et Koppengraben, Hanovre).

Suivant M. Dunker, ces houilles proviennent de conifères et de Cycadées renversés avec des Fougères et des Lycopodacées, comme le démontre la couche remarquable de houille brune ou lignite de l'Hoen-Wurt, près d'Osterwald, qui est principalement formée d'*Abies Linkii* et de *Pterophyllum Lyellanum*. Les feuilles et les branches de ces végétaux, placées à côté les unes des autres, sont encore presque brunes, transparentes, et reprennent leur élasticité lorsqu'on les plonge dans l'eau. La qualité de ces houilles varie, d'ailleurs, suivant qu'elles sont plus ou moins mélangées de matières terreuses, de pyrites et de calcaire.

Minéraux divers. Le fer à l'état d'hydrate est aussi plus ou moins répandu dans le groupe wealdien ; le quartz cristallisé en rhomboèdre, comme celui des marnes irisées de Göttingen et de quelques parties de la Hesse, s'y montre également. La célestine, assez rare, se trouve, soit cristallisée, soit en masses, de $0^m,29$ à $0^m,58$ de diamètre, au-dessus du calcaire marneux et bitumineux de l'assise à *Serpulites* et dans des druses (2). Sa teinte est généralement le bleu clair ; elle est peu brillante et transparente, ou bien blanche ; plus rarement incolore ou jaune par places. Les cristaux ont la forme ordinaire ; quelquefois la structure est fibreuse, d'un aspect soyeux ou nacré. Outre la strontiane sulfatée, on rencontre aussi la baryte sulfatée cristallisée. La chaux carbonatée remplit des fentes dans le calcaire, les argiles, les marnes et la houille, et y affecte diverses formes cristallines. Le gypse, enfin, est très répandu dans toutes les parties du groupe, soit cristallisé, soit en rognons, soit en sphéroïdes à texture généralement grenue.

---

(1) *Jahrb. der chem. Technol.*, etc., de F. Knapp, 1844, p. 20.
(2) Voyez : Stromeyer, *Untersuchungen über die Mischung der Mineralkörpes*, vol. I, p. 210-218. — *Hausmann's Uebersicht der jüngeren Flötzgebilde im Flussgebiete der Weser.* Stud. II, p. 345.

Caractères des trois étages.

Les couches de l'Allemagne, qui correspondent à l'étage de Purbeck de l'Angleterre, sont probablement les calcaires, regardés d'abord comme jurassiques et représentant l'étage de Portland. Sur divers points du comté de Schauenbourg, les fossiles sont la *Modiola lithodomus*, les *Corbula inflexa* et *alata*. Il y a aussi les calcaires impurs, presque toujours bitumineux, avec des fossiles marins, aux environs du Deister, du Süntel et d'Osterwald, et caractérisés par la présence du *Serpulites coacervatus*, Blum., constituant parfois des bancs presque à lui seul. M. Ad. Roemer avait considéré ces calcaires comme une modification locale de ceux de Portland. Au-dessus viennent, sur certains points, de grandes masses de schistes calcaires, argileux, remplis de sphérosidérites et d'innombrables valves de Cypris, de Cyclades, etc., représentant les couches d'Ashburnham (Sussex), et atteignant, comme ces dernières, une épaisseur de 100 et même de 120 mètres.

L'étage moyen comprend les marnes schisteuses et sablonneuses, tantôt en couches minces, presque argileuses, bitumineuses, alternant avec des sables argileux, tantôt en bancs plus purs, renfermant des veines de houille exploitable de très bonne qualité. Dans le duché de Buckebourg et le comté de Schauenbourg, leur puissance est de 35 à 45 mètres, et elles renferment 4 veines de houille. Sur le Deister, les grès atteignent près de 131 mètres, et la houille y devient de plus en plus abondante. Ainsi à Osterwald, il n'y a pas moins de 18 couches de charbon, dont un certain nombre sont exploitées. Sur d'autres points, l'étage s'amincit, puis manque tout à fait. Ces grès, ordinairement à grain fin, passant quelquefois à un conglomérat, correspondraient aux sables d'Hastings et aux grès de Tilgate. M. Dunker insiste sur la ressemblance des roches dans les deux pays. Les fossiles les plus remarquables sont des plantes appartenant aux Cycadées et aux Fougères.

Enfin, les couches supérieures du groupe sont les argiles et les marnes déjà décrites. Les premières affectent les caractères de schistes argileux foncés, passant çà et là à des lits minces de grès argileux avec beaucoup de Cyclades, de Paludines, de Mélanies et des crustacés microscopiques en quantité innombrable (1). Cet étage serait l'équivalent exact de l'argile wealdienne. Sa puissance très

(1) M. Dunker fait remarquer que les houilles schisteuses de Duingen (Hanovre), qu'il avait d'abord rapportées à l'étage supérieur (Sur l'argile wealdienne dans le nord de l'Allemagne et sur ses fos-

variable, quelquefois réduite à moins d'un mètre, acquiert sur d'autres points jusqu'à 100 mètres.

Les trois étages réunis ont une puissance de 320 à 360 mètres, car à Anethal, entre Obernkirchen et Bindaher, où manquent les couches supérieures, le groupe a 233 mètres de haut. Il serait ainsi plus épais qu'en Angleterre, où nous avons vu sa puissance estimée à 250 mètres seulement (*antè*, vol. IV, p. 135).

Distribution géographique et modes de dépôt.

Il occupe une étendue géographique également considérable. On l'a observé sur une surface d'environ 30 milles allem., de l'O. à l'E., comme l'indique la carte géognostique de l'Allemagne septentrionale de F. Hoffmann, qui y comprenait à tort les grès d'Halberstadt, dépendant du lias, et ceux du Fuhregge dépendant du grès vert crétacé (1). On peut étudier ce groupe aux environs de Schöppenstedt, Helmstedt, etc., entre Ith et Hils; plus loin, vers Nenndorf et Bodenberg, Osterwald et Süntel, Behbourg, Neustadt, Rubenberg, Obernkirchen et Buckebourg, Stadthagen, Petershagen, Minden, Clus, Bolhorst, Lübbeke, Preuss, Oldendorf, Oster et Wester Cappeln, Bramsche, Bentheim, Gildehaus, et sur une étendue peu considérable au sud et au sud-ouest d'Osnabrück, dans le Teutoburger-Wald, à Borgloh, etc. Il en existe encore vers le nord des lambeaux isolés, très éloignés les uns des autres, et les couches se prolongent sans doute jusqu'à la côte, si l'on en juge d'après celles qui ont été traversées dans les sondages entrepris pour les recherches de charbon. L'espace ainsi occupé par le groupe wealdien comprend plus de plaines que de montagnes, et ses points les plus élevés sont probablement le Buckeberg, l'Osterwald, le Deister et le grand Süntel, points qui atteignent de 292 à 380 mètres d'altitude.

Dans la plupart des localités que nous venons de citer, les exploitations de charbon sont très nombreuses; celles de Schauenbourg sont les plus importantes et fournissent aussi le meilleur combustible. Les grès, extraits dans de vastes carrières, sont fort estimés et exportés au loin, particulièrement ceux de la partie sud du Buckeberg, du Hasel à Rodenberg, du Deister à Hohenbostel, Barsinghausen, Bredenbeck, etc.

---

siles: *Stud. des Gött. Vereins bergm. Freund.*, vol. V, p. 108), appartiennent à l'inférieur, ainsi qu'on peut s'en assurer dans l'Osterwald.

(1) Voyez W. Dunker, Remarques sur ces grès, dans le vol. V des *Études*, etc., p. 111.

Un grand nombre de sources sulfureuses sortent de ces grès (comté de Schauenbourg, principauté de Buckebourg, environs de Minden, etc.). La plus célèbre est celle de Nenndorf et de Eilsen. Les schistes argileux et les marnes schisteuses noires, friables, portent de magnifiques forêts de chênes et de hêtres, et les champs découverts sont également très fertiles (branche sud du Deister, environs de Minden et duché de Buckebourg, où domine le groupe).

Les dépôts wealdiens du nord-ouest de l'Allemagne, de l'Angleterre et de quelques parties du nord de la France, où nous les avons mentionnés, paraissent avoir été réunis ou liés entre eux, comme dans un vaste delta où s'accumulèrent, pendant un grand laps de temps, des vases, des sables et des amas de végétaux apportés par des courants. Des périodes de charriage par ces derniers agents durent alterner avec des périodes de repos pendant lesquelles les mollusques se développaient dans des eaux tranquilles peu profondes, et les végétaux croissaient sur des îlots à peine élevés au-dessus du niveau de ces lagunes. Les deltas de nos jours, tels que ceux du Gange et du Mississipi peuvent donner une idée de l'aspect que devait offrir une partie de la surface comprise entre l'embouchure actuelle de la Seine et celle de l'Elbe.

Sur un petit nombre de points, particulièrement dans l'Osterwald, il y a des passages du calcaire de Portland aux couches wealdiennes, et de celles-ci aux couches crétacées. Il y aurait de plus mélange de fossiles marins et d'eau douce dans l'un et l'autre cas. Des eaux saumâtres auraient en quelque sorte préparé et terminé les sédiments de cette période lacustre, comprise entre deux formations exclusivement marines. Ces changements survenus dans l'étendue relative des surfaces émergées et immergées ne sont dus qu'à des mouvements fort lents de leur niveau. A Harrel, près de Buckebourg, on remarque, comme dans l'île de Portland, diverses plantes, entre autres des *Equisetum Burchardi* encore pourvus de leur racine, placés debout ou verticalement dans le grès.

Coupes stratigraphiques.

M. Dunker a donné (1), d'après M. Hartleben, plusieurs coupes du groupe wealdien des environs d'Osterwald. Celle qu'il a représentée fig. 8 (2) est remarquable par la variété et le nombre de ses cou-

(1) *Loc. cit.*, pl. XXI, fig. 3, 4, 5.
(2) *Ib.*, fig. 3.

ches, plongeant toutes au S., sous un angle d'environ 45°, et de la manière la plus régulière. En allant de haut en bas, ou à partir de l'argile de Hils, on compte une première série de 45 couches, dont l'épaisseur totale est de 63 mètres. Ce sont des grès à grains fins avec des coquilles marines, d'eau saumâtre ou d'eau douce, mélangées, puis des schistes argileux avec des Cyrènes et des Cyclades, des grès argileux, des schistes avec Cypris et Paludines, d'autres grès avec d'autres schistes bitumineux, quelques bancs calcaires et quelques lits de charbon avec fer sulfuré, etc. Après un espace de 52^m,66 de terrain non traversé dans l'exploitation, on a obtenu une seconde série de couches qui en est la continuation, et qui se prolonge jusqu'au calcaire de Portland. A partir de ce dernier, et en remontant jusqu'à la portion non attaquée, on trouve d'abord des calcaires gris, verdâtres et rougeâtres, le calcaire bitumineux, fétide, avec *Serpulites coacervatus*, de 10 mètres d'épaisseur, des grès calcaires chloriteux, des calcaires sablonneux, puis une succession de grès argileux, comprenant ensemble 63 couches d'une épaisseur totale de 141 mètres. Les deux séries réunies, en y ajoutant l'espace inexploré de la montagne, donnent environ 257 mètres pour l'épaisseur de l'ensemble du groupe dont les 204 mètres connus sont divisés en 107 couches distinctes. Les coupes représentées dans les figures 4 et 5 indiquent avec une grande précision les brisures et les failles qui ont été constatées dans les travaux d'exploitation, accidents parfaitement comparables à ce que l'on observe si fréquemment dans la véritable formation houillère.

Ces profils ont été pris sur les points où le groupe wealdien est le mieux développé, c'est-à-dire entre les calcaires jurassiques de Mehle et de Moorgrunt, mais, lorsqu'on s'en éloigne vers l'est ou vers l'ouest, sa puissance diminue. L'inclinaison des couches varie ordinairement de 8° à 30°.

Dans le Deister oriental, non loin de Bredenbeck, on observe quelques différences. Ainsi, l'argile de Hils a une épaisseur de 14 mètres, puis vient l'argile wealdienne, en partie plastique et à peu près de même épaisseur. Les grès du second étage, assimilés aux sables d'Hastings, ont de 84 à 110 mètres, d'après M. Ad. Roemer, et comprennent 8 veines de houille dont l'épaisseur varie de 0^m,16 à 0^m,43, et qui alternent avec des argiles schisteuses. On y trouve des bancs de grès divisés en grands blocs et quelques conglomérats. L'étage inférieur ou de Purbeck manque en cet endroit, mais il reparaît à peu de distance sur le Daberg, au midi de

Steinkrug (1). Plus développé, près de Münder, dans le grand Süntel, il y renferme 7 lits de charbon, et repose sur l'étage de Portland que caractérisent la *Pholadomya multicostata*, l'*Exogyra virgula*, des Trichites, des Nucules, etc.

Suivant M. Ad. Roemer, l'argile wealdienne manquerait tout à fait au petit Süntel, où l'on remarque 7 couches de houille reposant sur une masse d'argile et de schistes d'une épaisseur de 67^m,60. Les assises du Stemmer, montagne qui s'élève au milieu de la plaine, entre Hanovre et Nenndorf, présentent des caractères particuliers (2). Les couches wealdiennes entourent un calcaire sablonneux avec *Avicula pectiniformis?* coquille qui, comme le *Belemnites subhastatus*, caractérise le *dogger* de la Weserkette, près de Rinteln. Les strates, au sud, plongent de 20°, et au nord de 70°.

M. Dunker signale ensuite plusieurs localités où des soulèvements et des dislocations considérables, en dérangeant les roches wealdiennes, ont fait connaître leurs relations avec les formations sous-jacentes, soit jurassique, soit du trias. Les coupes du comté de Ravensberg montrent que le lias et l'oolithe manquent tout à fait sur certains points et existent sur d'autres, où ils sont représentés par des schistes à Posidonomyes. Des dispositions analogues s'observent encore dans plusieurs parties du Teutoburger-Wald, et les coupes de cette chaîne, que nous avons déjà indiquées d'après M. Ferd. Roemer (*anté*, p. 228), font voir tout ce que ces rapports stratigraphiques ont de plus important.

Paléontologie.

Quant aux fossiles du groupe wealdien du nord-ouest de l'Allemagne, M. Dunker fait remarquer que les plantes ont, en général, le caractère des végétaux des tropiques de nos jours, tels que les Cycadées et les Fougères. Le climat, qui régnait dans cette partie de l'Europe, devait être assez semblable à celui du Brésil actuel. L'auteur croit avoir reconnu parmi ces plantes des espèces qui existaient déjà pendant les dépôts du lias et de l'oolithe. Le *Cyclopteris digitata*, entre autres, se retrouve dans le grès de Scarborough, circonstance qui, jointe à la présence de débris d'animaux aussi de même espèce dans les deux séries, viendrait justifier la

(1) F. Ad. Roemer, *Versteinerungen d. Nordd. Oolith. Gebirge. Nachtrag*, p. 5.
(2) V. Schaster, *Stud. des Gött. Vereins*, etc., vol. VI, p. 73.

réunion du groupe wealdien à la formation jurassique. Certains poissons et des reptiles du nord-ouest de l'Allemagne et de l'Angleterre, auraient également montré plus de rapports avec ceux de cette dernière formation qu'avec ceux de la craie, tandis que l'*Iguanodon* seul se trouve à la fois dans les assises wealdiennes et le grès vert inférieur.

La plupart des animaux de la période qui nous occupe appartiennent à des genres dont les espèces vivent aujourd'hui dans les eaux douces, mais, vers le haut et vers le bas de la série, on rencontre un petit nombre de mollusques marins (Huîtres, Corbules, Modioles, *Mytilus*, etc.), ou des genres qui vivent aussi dans les eaux saumâtres, à l'embouchure des grands fleuves et même dans les eaux douces. Les mollusques et les reptiles sont les fossiles les plus importants avec les petits crustacés (*Unio*, Cyrènes ou Cyclades, Paludines, Mélanies et *Cypris*). Dans la partie supérieure se montrent les poissons, particulièrement du genre *Hybodus*, et ceux qui caractérisent surtout le groupe sont les *Lepidotus Mantelli* et *Fittoni*.

Les débris organiques des diverses classes appartiennent ici à un petit nombre d'espèces, tandis qu'il en est tout autrement pour les formations marines placées au-dessus et au-dessous. En Allemagne, comme en Angleterre, le règne végétal et le règne animal de cette période étaient peu variés et très pauvres comparativement aux autres dépôts, mais le nombre des individus était prodigieux. Néanmoins, on remarque certains types de plantes, comme les *Pterophyllum* et quelques Fougères, qui étaient très variés, et, parmi les mollusques, les Cyrènes sont dans le même cas.

La répartition des coquilles est fort irrégulière dans le sens de la hauteur. Les couches les plus basses renferment fort peu d'espèces parmi lesquelles dominent la *Serpula coacervata*, les Cypris, des Cyclades, et quelques coquilles marines. Certaines assises paraissent être tout à fait dépourvues de corps organisés. Dans l'étage moyen, particulièrement dans les grès, il y a de nombreuses coquilles, parfois entassées à profusion. On y rencontre surtout des Cycadées, des Fougères, des *Unio* et des reptiles. L'étage supérieur est le plus riche ; les Cyrènes, les Paludines, les Mélanies, y sont tellement accumulées, qu'elles entrent pour une grande partie dans la composition des couches. La *Melania strombiformis* caractérise les environs de Neustadt sur le Bubenberg, la *Paludina fluviorum*,

les couches de Schauenbourg, et, lorsqu'une de ces espèces manque, elle est remplacée par une autre. Ces coquilles ont vécu en famille, se fixant sur les points qui convenaient le mieux à chacune d'elles. . . . . .

La flore wealdienne de l'Allemagne comprend 50 espèces de plantes, et la faune 97 espèces d'animaux. Parmi ceux-ci, on compte 1 Serpule, 1 Huître, 1 Exogyre, 1 Avicule, 1 Modiole, 1 *Mytilus*, 5 *Unio*, 37 Cyrènes, 4 Cyclades, 3 *Psidium*, 1 *Gnatodon*, 5 Corbules, 1 Turritelle, 1 Néritine, 9 Mélanies, 8 Paludines, 1 Lymnée, 1 Planorbe. Les crustacés microscopiques sont représentés par 8 *Cypris* et 2 *Estheria;* les poissons par 1 *Enchodus*, 3 *Hybodus*, 5 *Lepidotus*, 2 *Sphærodus* et 2 *Gyrodus;* enfin, les reptiles par le *Pholidosaurus schaumburgensis*, le *Macrorhynchus Meyeri* et l'*Emys Menkei* (1).

M. Dunker donne (p. 28) une liste comparative des végétaux et des animaux fossiles du groupe wealdien de l'Angleterre et de l'Allemagne, liste qu'il résume ainsi (p. XXXII) :

VÉGÉTAUX.

Algues.	1 espèce.
Mousses	1
Équisétacées.	3
Fougères.	30
Cycadées.	12
Débris de conifères douteux	4
Empreintes de tiges	2
Tiges et fruits de plantes incertaines.	7
Total.	60

ANIMAUX.

Mollusques acéphales	81 espèces.
— gastéropodes	24
Annélides	1
Crustacés	12
	118

(1) H.-V. Meyer, *Reptilien aus der Weald. Form. Norddeutsch.* Appendice à l'ouvrage de M. Dunker. — *Id.*, sur le *Pholidosaurus schaumburgensis*, reptile saurien, probablement contemporain de l'*Iguanodon* (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 443. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 445, 1842).

Report	118	espèces.
Insectes (coléoptères, Libellules, trichoptères, homoptères, diptères)	5	
Poissons cycloïdes	1	
— placoïdes	16	
— ganoïdes.	15	
Reptiles sauriens.	12	
— chéloniens	3	
Total.	170	

La faune et la flore du groupe wealdien de l'Allemagne, comparées à celles des dépôts contemporains de l'Angleterre, présenteraient les résultats suivants : 1° de même que la flore, la faune de l'Allemagne est jusqu'à présent plus riche que celle de l'Angleterre, à l'exception des reptiles, des poissons et des *Unio*, plus variés de l'autre côté de la Manche, où l'on a signalé aussi des coléoptères, des Libellules et d'autres insectes, qui n'ont pas encore été rencontrés en Allemagne ; 2° la plupart des familles de plantes observées sur le continent existent aussi en Angleterre, mais y sont représentées par d'autres espèces; 3° un grand nombre de ces familles sont parfaitement identiques de part et d'autre, et leur présence simultanée y caractérise très bien le groupe tout entier.

APPENDICE A LA FAUNE ET A LA FLORE WEALDIENNES.

Lorsque nous avons traité de la paléontologie du groupe wealdien de l'Angleterre (*antè*, vol. IV, p. 135), nous avons omis avec intention de signaler une notice de G.-A. Mantell (1) sur les débris organiques nouvellement observés dans ce groupe, parce que l'auteur traitait alternativement des flores et des faunes des îles Britanniques et du nord de l'Allemagne, et il nous a semblé que ce parallèle aurait plus d'intérêt après que nous aurions décrit cette dernière région. C'est ce qui nous fait revenir un instant sur nos pas, pour exposer les résultats de cette comparaison.

Flore. Ce qui a été ajouté aux travaux antérieurs de Mantell est la découverte de bons échantillons de *Clathraria* et d'*Endogenites*. Les premiers, recueillis à Hastings, à Brook-Point (île de Wight), et près de Weymouth, appartiennent à la famille des Cycadées (*Clathraria*

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 37, 1849.

Lyelli). L'*Endogenites erosa* est aussi de cette famille. Des cônes d'*Abies* ou de *Pinus*, semblables à ceux du grès vert du Kent, ont encore été rencontrés dans les sables et les calcaires de la côte d'Hastings et de Saint-Léonard. A Sandown-Bay (île de Wight), et sur divers points, ils étaient associés avec les ossements d'Iguanodon et d'autres reptiles.

De son côté, M. W. Dunker, qui avait déjà signalé un grand nombre d'espèces dans le nord de l'Allemagne, en a fait connaître de nouvelles. Parmi celles-ci, 13 espèces, réparties dans 7 genres, sont des Fougères, et 12 autres sont des Cycadées ou des Zamiées. L'*Endogenites erosa*, le *Sphenopteris Mantelli*, le *Carpolithus Mantelli*, et quelques espèces de *Thuytes cupressites*, sont probablement identiques avec celles du Sussex. Les dépôts charbonneux, si étendus dans le Hanovre, prouvent que le sol, dont les débris ont concouru à la formation des sédiments wealdiens, était également couvert d'une végétation aussi riche que variée, et dont les formes dominantes et caractéristiques étaient les Fougères arborescentes, les Cycadées et les Conifères.

M. Ad. Brongniart (1) a fait suivre de quelques remarques l'énumération de 61 espèces de plantes qu'il cite dans le groupe wealdien. Toutes, dit ce savant, sont propres à cette période, sauf peut-être le *Baiera Huttoni* (*Cyclopteris digitata* Lind. et Hutt.) qui paraît se retrouver dans le lias de Bayeruth et l'oolithe de Scarborough; mais les formes génériques sont presque toutes les mêmes que celles du lias et des étages jurassiques, quoique les cycadées paraissent être moins nombreuses relativement aux Fougères. Ces dépôts d'eau douce, qui termineraient le règne des dicotylédones gymnospermes, se lient, par l'ensemble de leurs caractères, aux diverses phases de la période jurassique, et se distinguent des dépôts crétacés par l'absence complète d'espèces pouvant rentrer dans les dicotylédones angiospermes, tant en France et en Angleterre que dans l'Allemagne septentrionale. L'abondance du *Lonchopteris Mantelli* caractérise surtout les couches du sud de l'Angleterre et celles du département de l'Oise, mais il manque en Allemagne où domine l'*Abies Linkii*.

Faune.

On vient de voir quelle était la faune du nord de l'Allemagne, et Mantell ajoute que les crustacés consistent exclusivement en carapaces d'*Estheria* et de *Cypris* dont 4 nouvelles espèces d'Alle-

(1) *Dictionn. univ. d'hist. natur.*, vol. XIII, p. 156, 1849.

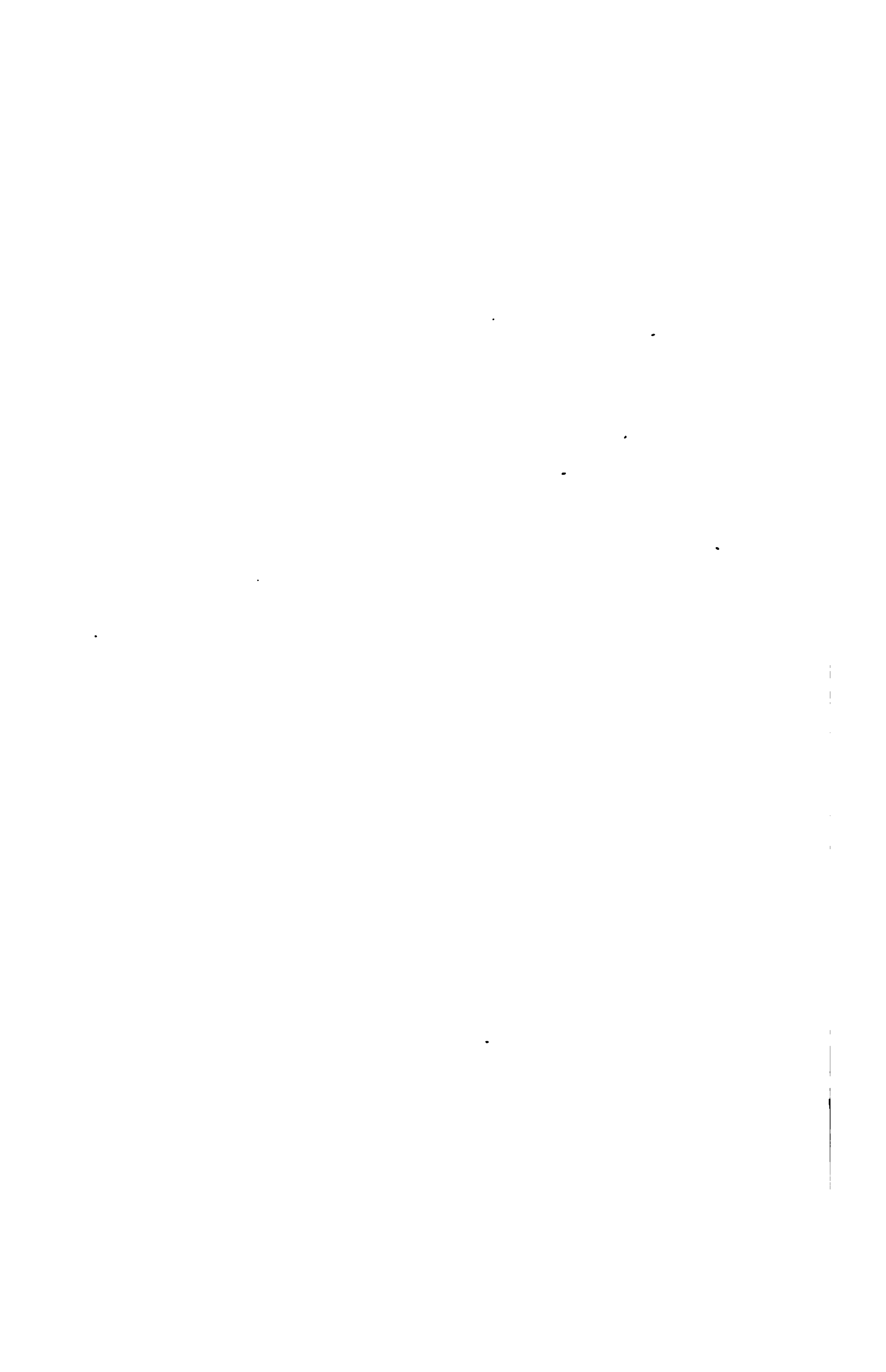
magne. Les cypridées fossiles que M. Fitton a fait connaître en Angleterre existent également sur le continent. Les crustacés isopodes découverts par M. Brodie dans la vallée de Wardour n'ont cependant pas encore été observés de ce côté du détroit. Mantell n'augmente point la liste que M. Brodie a donnée dans son ouvrage sur les insectes fossiles d'Angleterre (*anté*, vol. IV, p. 187), mais il confirme la présence de débris de cette classe (élytres de coléoptères) dans les couches d'eau douce, placées au-dessus de l'oolithe du Buckinghamshire, entre Stone et Hartwell. On en a cité aussi dans l'argile wealdienne entre Cambridge et Maidstone.

On a vu quels étaient les poissons propres à l'Allemagne et les deux espèces communes avec les dépôts correspondants de l'Angleterre (*Lepidotus Fittoni* et *Mantelli*). De beaux échantillons de ces derniers ont été recueillis dans les grès d'Hastings, et quelques uns d'entre eux avaient 10 ou 12 pieds de long. Quelques individus paraissent appartenir à l'*Hybodus* du grès vert inférieur, et la présence de plusieurs plantes et de reptiles wealdiens dans cette division, la plus basse de la série crétacée, fait présumer que d'autres analogies ichthyologiques pourront se révéler entre les deux systèmes (1).

D'énormes sauriens aquatiques et terrestres ont laissé de nombreuses dépouilles dans certaines assises. Beaucoup d'ossements détachés et isolés, ayant de très grandes dimensions, ont été rencontrés à Hastings, à Saint-Léonard, dans les baies de Sandown et de Brook (île de Wight), puis à Ridgeway par M. Shipp de Blandfort. Presque tous appartiennent aux genres *Iguanodon*, *Hylæosaurus*, *Megalosaurus*, *Streptospondylus? Pæcilopleuron? Goniopholis* et *Cetiosaurus?* On a trouvé aussi un grand nombre de débris de carapace de chéloniens, entre autres la remarquable *Trionyx Backwelli*. Les restes de l'Iguanodon, qui était un reptile terrestre herbivore, sont plus fréquents dans le sud-est de l'Angleterre et dans l'île de Wight que ceux d'aucun autre saurien. Une portion de mâchoire inférieure découverte par M. L. Brickenden, dans la carrière de Tilgate, est la première qui ait encore été observée; tandis que

(1) M. Agassiz a compris, dans la liste des poissons de la formation jurassique, les espèces qu'il connaissait comme provenant des grès de Tilgate et du calcaire de Purbeck (*Tableau général des poissons fossiles*, in-4°; Neuchatel, 1844).

les fragments d'os longs, même des fémurs de 4 pieds de long, ne sont pas rares. Quant aux reptiles de l'Allemagne, nous avons déjà parlé de ceux qu'avait décrits M. H.-V. Meyer. Outre les 12 genres de reptiles sauriens déterminés, tant sur le continent qu'en Angleterre, il y en aurait encore dans ce dernier pays 4 ou 5 autres indéterminés, dont 1 Ptérodactyle, puis 4 ou 5 genres de chéloniens, enfin des os de *Palæornithis*, seules traces d'oiseau ou d'animal vertébré à sang chaud qui y aient été reconnues jusqu'à présent.



CHAPITRE VIII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ALLEMAGNE CENTRALE.

Disposition générale.

Nous comprenons sous le titre de *Formation crétacée de l'Allemagne centrale :* 1° les dépôts de cette période qui occupent le bassin supérieur de l'Elbe, dans la Saxe et la Bohême, pour se prolonger au S.-E. jusque sur la frontière de la Moravie; 2° plusieurs lambeaux situés à l'ouest de Leignitz, dans le bassin de l'Oder, en Silésie, et que traversent le Bober et ses affluents, puis un autre lambeau fort éloigné de ceux-ci au sud-est, et placé sur la rive de l'Oder autour d'Oppeln (les deux régions de la Saxe et de la Bohême d'une part, et celle de la Silésie de l'autre, sont reliées par un grand massif placé comme en intermédiaire à l'ouest de Glatz, très allongé du N.-O. au S.-E., et qui paraît être limité, du moins en grande partie, au S., par des roches cristallines, et au N., par le grès rouge); 3° une surface assez considérable qui se trouve en Bavière, au sud-ouest des précédentes, occupant une partie des petits bassins de la Naab et de la Reyen, et allongé du N. au S., depuis Wernberg, au nord-est d'Amberg, jusque autour de Ratisbonne sur le Danube.

Un caractère commun à ces diverses régions crétacées, séparées aujourd'hui par des pays souvent montagneux, où règnent des dépôts secondaires plus anciens et de transition, ainsi que des roches primaires et granitiques, c'est de ne présenter que des couches appartenant au second et à une partie du premier groupe de la formation qui nous occupe; non seulement le troisième y manque, comme à l'ouest, entre l'Elbe et le Rhin, mais encore le quatrième que nous venons d'étudier sur le versant nord du Harz, dans le Brunswick et le Hanovre, et que nous retrouverons à l'est dans la région des Carpathes. De sorte qu'indépendamment des caractères orographiques et hydrographiques actuels, qui nous servent de limites commodes pour la description des terrains, nous avons une contemporanéité qui justifie pour ces dépôts leur réunion dans ce chapitre, où nous traiterons séparément de chacune des régions que nous venons d'indiquer.

§ 1. Saxe.

L'ensemble des dépôts crétacés du bassin supérieur de l'Elbe constitue une sorte d'ellipse, à contours découpés fort irréguliers, allongée du N.-O. au S.-E., dont les extrémités du grand axe seraient l'une près de Meissen, ou mieux entre cette ville et Oberau (Saxe), l'autre vers Brüsau au nord-est de Boskowitz (Moravie), vers les sources de la Thaya, affluent de la Marsch. Cette surface très rétrécie dans la vallée de l'Elbe, au-dessous et au-dessus de Dresde, prend une grande extension en Bohême dont elle occupe près de la moitié septentrionale, pour se rétrécir de nouveau en Moravie au delà du Mahrischesgebirge qui sépare le bassin de l'Elbe de celui de la Marsch. Nous décrirons d'abord les dépôts de la Saxe et ensuite ceux de la Bohême, et leur prolongement au sud-est.

Cartes géologiques générales.

Sur la carte géognostique de l'Allemagne par M. de Dechen (1), les couches crétacées de la Saxe sont représentées par deux teintes, l'une consacrée à la craie proprement dite (*Kreide*), l'autre à la *glauconie sableuse* (*Grünsand* ou *Quadersandstein*). Sur la carte générale de la monarchie autrichienne (2), M. Haidinger a également adopté deux divisions correspondant aux précédentes. Enfin dans l'excellent travail de MM. C.-F. Naumann et B. Cotta (3) on retrouve encore, soit sur les cartes de détails, soit sur la carte d'assemblage réduite, les deux divisions de la craie, désignées sous les noms de *Pläner* et de *Quadersandstein*.

Le pläner ou division supérieure, qui correspond assez bien aux assises que nous avons nommées ainsi dans le nord-ouest de l'Allemagne, forme d'abord, dans la vallée de l'Elbe au nord-est de Meissen, une sorte de barre perpendiculaire à sa direction, depuis Zscheila jusqu'à Oberau. Sur la rive droite, lorsqu'on remonte le fleuve jusqu'à la hauteur de Dresde, quelques rares lambeaux sortant de dessous l'alluvion de la vallée se voient au contact des roches cristallines, tandis que la rive gauche offre une large bande continue

(1) 1 feuille; Berlin, 1839.

(2) *Geognostische Uebersichts Karte der Oestetreichischen Monarchie*, 9 feuilles; Vienne, 1846. — Réduction, par J. Scheda; 1 feuille, 1847.

(3) *Geognostische general Charte des Königreichs Sachsen*, 1 f.; Dresde, 1845. — *Geognostische special-Charte des Königreichs Sachsen und der angrensenden Länder Abtheilungen*, feuilles VI, VII, X, XI et XII.

passant au sud de la capitale et se continuant jusqu'au-dessous de Pirna. Quelques lambeaux isolés se montrent au sud, non loin de Gottleube, puis au sud-ouest, entourés par le gneiss et les porphyres, aux environs de Königswald, le long des masses basaltiques, circonscrivant les porphyres de Teplitz, et enfin, un massif considérable, interrompu çà et là par les éruptions phonolitiques, basaltiques et quelques îlots granitiques, s'étend du pays situé entre Bilin et Leitmeritz jusqu'à l'Eger et plus loin encore dans la Bohême.

La division inférieure ou du quadersandstein se prolonge moins au N.-O. que la précédente. Elle constitue aussi au sud-ouest de Dresde de nombreux lambeaux appuyés sur le grès rouge (*Rothliegendes*), ou bien entourés par le gneiss et les porphyres, et au sud-est, à partir des environs de Pirna, sur les deux rives de l'Elbe, une vaste étendue de pays qui s'élargit bientôt pour se continuer en Bohême.

Les relations stratigraphiques du pläner et du quadersandstein, soit entre eux, soit avec les roches sédimentaires plus anciennes, ou enfin avec les roches cristallines, porphyriques et basaltiques des divers âges, sont parfaitement exposées dans les coupes qui accompagnent la belle carte de MM. Naumann et Cotta. Nous indiquerons ici quelques unes de ces dernières, la suite de notre travail devant être consacrée à l'étude des dépôts crayeux considérés à un autre point de vue.

Coupes géologiques générales.

Sur la feuille X de cette carte la coupe de Naundorf, près de Tharand, montre le quadersandstein s'étendant horizontalement sur les porphyres, à une hauteur absolue de 354^{m},46 (1). Dans la coupe de Wendisch-Carsdorf à Pilnitz et au delà, le quadersandstein, d'abord horizontal sur les tranches du gneiss, s'étend ensuite transgressivement sur le grès rouge, s'incline au N.-E. pour passer sous les alluvions de l'Elbe, régulièrement recouvert par le pläner, et est représenté, au nord-nord-est de Pilnitz, par un petit lambeau entouré de granite et adossé à un porphyre mandelstein. Dans le profil de Pirna à Stolpen toute la masse horizontale du grès crétacé s'appuie contre le massif granitique jusqu'à une hauteur de 296 mètres, tandis qu'à Pirna, sur le bord de l'Elbe, la même roche n'est qu'à 93^{m},67 d'altitude.

La coupe de Willemin (feuille IX) montre le quadersandstein reposant sur le gneiss et recouvert par une masse puissante et con-

(1) Nous supposons que le pied employé par les auteurs est le pied de Dresde, qui équivaut à 0^{m},283.

cordante de pläner, le tout couronné de pointements basaltiques et phonolitiques. Celle de Pirna à Bunaubourg, au sud-est, entièrement faite dans les couches crétacées, relevées régulièrement jusqu'au Hohe-Schneeberg, où elles atteignent 629^{m},10 d'altitude, fait voir que le quadersandstein, tel que l'ont compris MM. Naumann et Cotta, se trouve partagé en deux par le pläner. Ce dernier est ainsi placé entre un quadersandstein supérieur et un quadersandstein inférieur, comme dans le bassin inférieur de l'Elbe (1).

Dans le profil des bords de l'Eger, depuis les environs de Saatz jusqu'à Leitmeritz (feuille XII), le pläner, parfaitement horizontal, est recouvert au contraire par les sables, les grès et les argiles tertiaires. Les coupes de la feuille VI montrent partout le contact immédiat du quadersandstein avec le granite presque continu des environs de Dresde à Kreibitz. Enfin, entre ce dernier point, Tetschen, Böhm-Leipe et Gabel, jusque sur les frontières de la Bohême, les coupes de la feuille VII font voir partout une multitude de masses basaltiques et phonolitiques qui ont été injectées à travers les assises puissantes du quadersandstein. Celles-ci ont pris, par suite de ces phénomènes, les formes, les positions et l'aspect le plus variés et le plus remarquables. Dans le profil de Zittau à Lindenau, par exemple, on voit que le quadersandstein a été porté au Töpfer à une altitude de 529^{m},77.

Relations des roches crétacées et granitiques.

Les relations des dépôts secondaires avec les roches granitiques de la Saxe ont, depuis longtemps, frappé les observateurs (2), qui

(1) M. F.-Ad. Roemer (*a*), après avoir décrit les grès supérieurs du Hanovre et du versant nord-est du Harz, qu'il place au niveau de la craie, ajoute que, dans la Suisse saxonne, ils sont plus difficiles à reconnaître à cause de l'absence des fossiles. Dans ce dernier pays, les grès horizontaux sont divisés en deux masses, dont l'une, inférieure, peut être regardée comme l'équivalent du quadersandstein inférieur, par la présence du *Cardium Hillanum*, du *Pecten quinquecostatus*, de la *Pinna decussata*, et l'autre, supérieure, où manquent ces espèces, et qui, renfermant la *Terebratula alata*, représenterait la craie blanche à silex. Les assises de marne, qui séparent les deux grès, s'observent particulièrement dans la vallée de Gottleube, près de Rottwernsdorf, de Kritschwitz et au pied du Schneeberg. Ces marnes font partie de l'étage complexe du pläner, et nous verrons que plusieurs géologues de la Saxe, s'appuyant sur des données insuffisantes, ont placé la dernière sur l'horizon du gault.

(2) Weiss, *Arch. f. Bergbau* de *Karsten*, vol. XVI, p. 3. — *Arch.*

(*a*) *Die Versteinerung. des Nordd. Kreidegeb.*, etc., p. 120; 1841; — Voyez aussi, une description de la *Sphærulites saxonia* dans le grès vert de Tharand (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 316).

se sont beaucoup plus occupés des faits de détail que de la connaissance même des dépôts crétacés, de leur âge, de leurs fossiles et de leurs rapports généraux avec les couches contemporaines des pays voisins, et, à plus forte raison, des autres parties de l'Europe. On a beaucoup écrit sur les carrières de Weinböhla, à l'est de Meissen, où la craie, d'abord en couches horizontales, paraît s'incliner ensuite graduellement pour plonger sous la syénite, qui s'étend par-dessus d'une manière concordante. Près d'Oberau, localité située un peu au nord de la précédente, l'inclinaison des couches crétacées augmente à mesure qu'on se rapproche du granite qui ne tarde pas à les recouvrir, tandis qu'aux environs de Zscheila et de Niederfehre, plus près de Meissen, les couches crétacées reposent horizontalement sur le granite. Des fragments irréguliers et des veines de calcaire dur, avec des grains verts et des fossiles de la craie, sont enveloppés çà et là dans cette dernière roche.

Nous avons déjà eu l'occasion d'indiquer quelques uns de ces accidents, par cette raison que, regardés comme postérieurs à la formation crétacée, ils rentraient dans des phénomènes ignés de l'époque tertiaire (*antè*, vol. III, p. 431) ; mais nous croyons devoir y revenir ici à cause de l'importance que plusieurs géologues leur ont attribuée au point de vue théorique, et à cause des discussions qu'ils ont provoquées. N'oublions pas toutefois que, dès 1820,

---

für Miner. de *Karsten*, vol. I, p. 155. — *Zeitschrift für Miner.*; 1827, p. 518. — *Journ. de Géologie*, vol. II, p. 173, 1830.

A. de Klipstein, *Zeitschr. für Miner.* de *Leonhard.*, 1829, nº 9, — *Journ. de Géol.*, vol. II, p. 181, 1830. — *Die Weisseritz Thaler*, Dresde, 1833.

Élie de Beaumont, *Ann. des sc. nat.*, vol. XVIII, p. 308, 1829.

C.-F. Naumann, *Ann. der Phys. und. Chem. von Poggendorff*, nº 7, 1830. — *Journ. de Géol.*, vol. III, p. 292, 1831. — *Neu. Jahrb.*, 1836, nº 1.

Carus, *Journ. de Géol.*, vol. II, p. 179, 1830.

A. Boué, *Ibid.*, p. 181.

De Planitz, in *Basaltgebilden* de Leonhard, vol. II, p. 315, 1832.

De Munster, in *Kefersteins Geogn. Deutschland*, vol. I, II, VII. — *Neu. Jahrb.*, 1833, p. 68 et 1834, p. 133.

De la Bèche, *Manuel de Géol.*, trad. franç., p. 345, 1833.

De Leonhard, *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 127, avec coupes, pl. I-II.

L. de Buch, *Ibid.*, p. 532.

Kühn, *Handbuch der Geognosie*, 1834, p. 461.

Gumprecht, *Beiträge z. geogn. Kenntniss Sachs. und Böhmens*, 1835.

Marzari signalait des faits analogues, lorsqu'il regardait comme plus récents que la craie les granites de Valsugana, liés à ceux de la vallée de Fiume (1).

Dans sa lettre du 8 septembre 1835, M. B. Cotta (2) exposa l'état de la question avec beaucoup de clarté et nous suivrons le savant géologue dans cette première partie de son travail, avant de passer aux résultats des recherches qui furent entreprises en 1836 et 1837 au moyen d'une souscription particulière proposée dans ce but.

Partout entre Meissen et Zittau, sur la limite nord du bassin de Dresde, le granite semble recouvrir la craie et en un point la syénite. Quelquefois, entre le granite et la craie, on rencontre des calcaires marneux et des sables avec des fossiles jurassiques ; d'où l'on est conduit à se demander, d'une part, si la roche cristalline est plus récente ou plus ancienne que les couches crétacées, et, de l'autre, comment les couches jurassiques ont pu venir se placer entre elles? Pour M. Weiss, le granite et la syénite auraient été poussés au-dessus de la craie par des forces mécaniques internes qui, en même temps, auraient amené au jour les calcaires d'Hohnstein, regardés pour la première fois par de Munster comme appartenant à la formation jurassique et placés par L. de Buch, à la fois en parallèle avec l'argile d'Oxford et avec le coral-rag. Pour M. de Klipstein, au contraire, le granite est plus ancien que le quadersandstein ; il est placé dessous comme l'a aussi pensé M. Kühn. On négligeait alors d'étudier les fossiles de ces couches et elles furent rapportées au pläner. D'après M. Naumann, le granite et la syénite ont dû s'élever à l'état liquide ou du moins pâteux et traverser les bancs crayeux. M. Élie de Beaumont, quoique n'ayant pas alors observé les localités, regardait les roches granitiques de la rive gauche de l'Elbe comme plus anciennes que celles de la rive droite, et ces dernières plus récentes que la craie. Sur plusieurs points, particulièrement aux environs de Plauen, les strates de grès crétacés seraient antérieurs au granite.

M. Gumprecht, tout en partageant l'opinion générale, modifiait les limites de ces différences d'âge. Ainsi pour lui le granite, la syénite

(1) *Epilogo di alcune osservaz. geolog.*, etc. Résumé de quelques observations faites en Saxe par le professeur Weiss, analogues à celles faites dans le Tyrol méridional par le comte Marzari Pincati en 1820. (*Ann. delle sc. del regno lombardo venet.*, vol. I, fasc. 3 ; Padoue, 1831.)

(2) *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 14-29 et 571.

et les porphyres sont, sans exception, contemporains des grès, et, en supposant que ce soient des produits ignés, ces roches seraient sorties par des orifices assez éloignés des bords de la craie actuelle. Toutes les couches secondaires soulevées appartiendraient en outre au plä-ner. L'opinion de M. de Leonhard est celle qui paraît avoir réuni le plus de suffrages. Suivant lui le granite aurait traversé la craie sur la rive droite de l'Elbe, puis l'aurait recouverte ; il aurait même rejeté au-dessus d'autres roches plus anciennes, telles que la syénite (Weinböhla) et le calcaire jurassique (Hohnstein).

Quoi qu'il en soit, le recouvrement de la craie par le granite s'observe sur une grande étendue et l'on ne peut pas admettre que la dernière de ces roches ait formé une voûte sous laquelle la seconde se serait déposée. A Oberau le granite incliné recouvre le pläner et la syénite est traversée par ce même granite. Les couches jurassiques d'Hohenstein sont à la vérité sous le granite, mais elles recouvrent aussi le quadersandstein, ce qui prouve un renversement complet des relations stratigraphiques originaires en cet endroit. La roche très siliceuse, les surfaces de frottement très prononcées et l'absence de fragments de granite appuieraient la postériorité de celui-ci. D'ailleurs sa moindre ancienneté relativement à la syénite et cette circonstance que le pläner et le grès quader sont redressés dans plusieurs localités confirmeraient encore l'hypothèse qu'en effet le granite est plus récent que les roches secondaires. Néanmoins M. Cotta pense qu'un examen plus attentif peut encore rendre cette conclusion douteuse et cette incertitude serait justifiée par les remarques suivantes :

1° On n'est pas habitué à voir les granites traverser les roches secondaires.

2° Le quadersandstein de la Suisse saxonne, jusque dans le voisinage immédiat du granite, n'est pas dérangé ; il est horizontal et constitue un plateau, fort étendu, découpé seulement par les vallées.

3° Il n'y a point de séparation tranchée entre les couches jurassiques et celles du quadersandstein. Minéralogiquement, elles passent les unes aux autres et alternent même ; elles se distinguent des assises de la craie par leurs fossiles et par les redressements qu'elles ont éprouvés sur certains points.

4° Près de Weissig et de Zschcila, non loin de Dresde et de Meissen, etc., il y a sur le granite des lambeaux horizontaux de quadersandstein et de pläner. Ce dernier recouvre de même la syé-

nite, près de Nieder-Fehre. En cet endroit, la syénite est traversée par des filons de granite et par d'autres plus récents, qui sont de porphyre.

5° Nulle part on ne trouve dans le quadersandstein ou le pläner de granite qui s'y soit introduit et disposé en forme de coupole, comme cela a lieu fréquemment dans la syénite, et nulle part on n'observe dans le granite de roches provenant des assises crétacées.

6° Un granite semblable à celui qui recouvre le quadersandstein de la rive droite de l'Elbe se voit aussi sur sa rive gauche, et n'y affecte point la même position par rapport aux couches crétacées. Près de Dohna, le pläner qui repose sur le granite n'a pas été dérangé, et contient même quelques fragments de ce granite. Si la connexité de ce dernier sur les deux rives du fleuve n'est pas démontrée d'une manière directe, elle est indiquée du moins par cette circonstance que le granite vient au jour sous le grès même, près de Tetschen.

7° Les portions entrelacées qui réunissent les fragments de pläner supposés enveloppés dans le granite, considérées avec d'autres faits, rendent probable que ces fragments sont seulement tombés dans des cavités ou fentes de la roche cristalline. La supposition de vides dans le granite, vides qui auraient été remplis ensuite par la craie, serait confirmée par le grand nombre de fossiles qu'on y trouve et les fragments de granite qu'on y voit. D'un autre côté la dureté particulière de la roche sédimentaire, sa cristallinéité, sa liaison avec le granite conduisent aussi à l'idée que c'est vraiment un lambeau de craie enveloppé, et l'on ne comprendrait pas que les cavités dont on vient de parler n'eussent pas été remplies par du quadersandstein.

8° Toutes ces preuves apportées dans l'un et l'autre sens de la question sont plus ou moins indirectes, et dans le grès de Forstgraben, près de Hohnstein, un conglomérat de grès, appartenant à la formation jurassique qui repose en couches inclinées, entre le granite et le quadersandstein, renferme de petits fragments de granite qui semblent provenir de celui qui le recouvre, ce qui rend l'explication plus difficile encore. Comment le granite pourrait-il être plus récent que le grès, puisque ces fragments se trouvent dans un conglomérat plus ancien que ce même grès? Ces fragments proviendraient-ils d'un granite antérieur, ou bien le conglomérat ne résulterait-il pas du frottement lors de l'éruption du granite lui-même?

Quant aux différentes questions de détail que les faits énoncés devaient soulever, elles se réduisaient aux suivantes : Le granite a-t-il

été soulevé après les dépôts crétacés? dans quel état et dans quelles conditions de forces s'est-il élevé? comment a-t-il réagi sur les roches préexistantes? Si le granite est antérieur, quelles sont les circonstances qui ont pu occasionner cette inversion totale des rapports stratigraphiques?

Pour les résoudre, M. B. Cotta (1) a étudié et décrit avec soin d'abord les localités déjà connues, et ensuite d'autres qui ne l'étaient pas, mais qui se rattachaient au même phénomène. Il a donné dans trois planches une suite de coupes et de dessins propres à éclaircir ces questions, mais auxquelles nous sommes obligé de renvoyer le lecteur. Il a traité successivement des environs d'Oberau, de Weinböhla, de Nieder-Wartha, de Dittersbach, d'Hohnstein, des exploitations de Wartenberg, etc., et donné la liste des fossiles jurassiques et crétacés de ces diverses localités.

(P. 47.) Le plan des environs d'Hohnstein permet de juger, par l'inclinaison de la surface, de la courbe qui limite le granite dans la vallée de Polenz, et, par des considérations géométriques, l'auteur fait voir que le granite recouvre la craie et surplombe considérablement le grès. Si l'on suppose que celui-ci n'existe pas au-dessous, et si l'on admet que la pente probable de la surface limite, résultant de l'angle d'inclinaison, soit en moyenne de 28 degrés, il resterait pour le granite un surplomb d'au moins 263 mètres, sous lequel, comme sous un toit, toute la ville d'Hohnstein aurait pu être bâtie sans en occuper encore toute l'étendue.

En admettant que le granite ne soit arrivé qu'après le grès, l'hypothèse d'un soulèvement violent devient extrêmement probable, surtout lorsqu'on tient compte de la disposition tout à fait extraordinaire de sa limite sud où l'on remarque une série entière de relations dont chaque terme indique un dérangement brusque de l'état originaire des choses. Tels sont les gisements d'Oberau, de Weinböhla, de Hohnstein et de Saupsdorf et l'élévation des strates près de Nieder-Wartha. Il ne faut pas en outre perdre de vue les phénomènes qui se sont produits le long de la ligne O.-N.-O., E.-S.-E., qui est aussi la direction de la chaîne des Sudètes. Cette direction

(1) *Geognostische Wanderungen*, part. II; *Die Lagerungs Verhältnisse*, etc. Sur les rapports de position du granite et du quadersandstein, etc., in-8°, avec 3 pl. Dresde, Leipsick, 1831 (*Ann. des mines*, vol. XVIII, p. 177). — *Neu. Jahrb.*, 1837, p. 3. — *Ibid.*, 1838, p. 307.

se retrouve également dans les filons de quartz, de plusieurs milles de long et dans la limite parallèle de la grauwacke près de Görlitz qui coupe presque à angle droit la chaîne métallifère de l'Erzgebirge.

Près de Pancratz, de Liebenau, de Rothenbourg, etc., le grès, redressé des deux côtés du granite, indique que la roche cristalline a été soulevée après son dépôt, ce qui s'accorde avec tous les phénomènes observés dans cette direction. Les fragments de grès isolés sur le granite, non loin de Pillnitz et ailleurs, ne sont pas un argument contraire, car si le granite a percé le grès préexistant, il est très possible que quelques fragments de celui-ci soient restés à la surface de la roche soulevante. Il est aussi naturel de penser que la masse de grès, ainsi brisée par l'apparition de la roche ignée, n'a pu résister plus tard à l'action des agents diluviens et qu'elle aura été en grande partie entraînée et détruite. Sur les points où le granite est séparé du grès par des roches schisteuses fort épaisses, il est évidemment la cause du redressement des couches, tandis que sur d'autres, où il se trouve en contact avec le grès, les strates ont plutôt l'air d'avoir été enfoncés, et l'on remarque des dépôts calcaires marneux. Lorsque la limite des roches est dans un plan presque vertical, les couches sont alors presque continues. Les éruptions basaltiques et phonolitiques, si nombreuses sur ces mêmes points, n'ont cependant que très rarement dérangé les grès.

Résumé. Il n'est donc pas douteux que le granite n'ait subi un changement de position de bas en haut après le dépôt du quadersandstein, mais il reste à prouver dans quel état il fut soulevé. Si l'on examine les plans ou surfaces limites des roches, on demeure convaincu qu'il était à l'état solide et sec lorsque le phénomène a eu lieu. On ne trouve, en effet, nulle part, de veines ni de filons dans le grès, non plus que dans le pläner, et nulle part des fragments de grès ou de pläner n'ont été observés dans le granite. On ne remarque aucune trace de fusion ni d'autres effets que l'on pourrait attribuer à la chaleur, et ce n'est que près d'Hohnstein que des morceaux de granite ont été rencontrés dans le conglomérat qui en est le plus voisin. Vers le sud de la ligne limite, ce même grès repose régulièrement sur le prolongement du même granite et de la syénite, comme on le voit près de Tetschen, Dohna, Plauen, Elbstollen, etc. L'action dynamique seule a donc élevé les roches granitiques; près d'Hohnstein, elle a soulevé et renversé les couches jurassiques sur les couches crétacées, tandis qu'au delà de la ligne limite de ces phénomènes les relations des roches sont restées telles qu'elles étaient dans l'origine.

Description particulière des couches.

Coupe du tunnel d'Oberau.

Nous commencerons la description particulière des dépôts crétacés de la Saxe par la coupe qu'a donnée M. B. Geinitz (1) du tunnel d'Oberau, situé dans la vallée de l'Elbe, au nord-est de Meissen, sur le chemin de fer de Dresde à Leipsick. Ce point est précisément à l'extrémité nord-ouest du bassin crétacé qui va nous occuper, et les détails qu'il présente nous serviront souvent de terme de comparaison pour le reste de cette même surface.

Le tunnel, dirigé E.-S.-E., O.-N.-O., a 904 toises de long (2) et montre, à son extrémité occidentale, les couches crétacées recouvrant le gneiss. Dans le souterrain même, cette dernière roche commence à 129 toises de l'ouverture ; elle s'abaisse plus loin, et on la voit fréquemment traversée par des veines de granite. A partir du gneiss (3), l'auteur distingue les assises suivantes :

1° Marne solide, gris foncé, composée de grains vert sombre, très abondants, cimentés par du sable et de l'argile et enveloppant une grande quantité de fragments anguleux de gneiss et de granite altérés. Des nodules arrondis de granite prouvent que le conglomérat est ici plus récent que cette roche. La *Terebratula ovoides*, Sow., caractérise particulièrement ce premier dépôt où se trouvent aussi la *T. alata*, Lam., le *Pecten notabilis*, Munst., la *Lima aspera*, Mant., et l'*Ostrea carinata*, Lam.

2° En dehors du tunnel, un grès blanc, gris, jaune ou vert, modification locale du dépôt précédent (n° 1), se voit aussi au contact de la roche cristalline et est surmonté par le conglomérat ordinaire auquel il passe. Les fossiles y sont fort abondants, et les plus caractéristiques sont : *Terebratula alata*, Lam., *T. pisum*, Sow., une Sphérulite, une Dicérate, *Pecten notabilis*, Munst., *Lima aspera*, Mant., *Exogyra haliotoidea*, Sow., et des baguettes de *Cidaris vesiculosus*.

3° Une autre modification du même conglomérat se voit aussi à l'intérieur du souterrain. C'est une couche presque parallèle au gneiss, composée de fragments de feldspath associés avec du sable et du calcaire et provenant du gneiss et du granite. Ce conglomérat

---

(1) *Charakteristik der Schichten*, etc. : Caractéristique des couches et pétrifications de la formation crétacée de la Saxe, in-4°, 1re part., avec 9 pl. ; Dresde, Leipsick, 1839.

(2) Nous traduisons ici *Lachter* par toise ; mais nous ne savons pas exactement la valeur du *Lachter* de Dresde, cette unité de mesure variant comme toutes les autres dans les divers États de l'Allemagne.

(3) *Loc. cit.*, pl. A.

calcarifère est à grains fins, assez solide, et ressemble beaucoup à un grès. Les fossiles rares sont les mêmes que ceux des dépôts 1 et 2. On y trouve de plus: *Diceras saxonicum*, Gein., *Sphærulites agariciformis*, Blainv., *Lyrodon scaber*, Bronn., *Exogyra haliotoidea*, Sow., *Cidaris vesiculosus*, Gold.

4° Marne sableuse, vert foncé, plus ou moins solide, dans laquelle les fragments de roche cristalline sont rares ou manquent tout à fait. Il n'y a point de limite bien tranchée entre ces dépôts et les précédents; tous passent les uns aux autres d'une manière plus ou moins insensible. On trouve dans ce dernier la *Terebratula ovoides* et des dents de *Ptychodus* comme dans le premier.

5° La tranchée de l'ouverture du tunnel montre au-dessus de ces couches une assise qui en diffère essentiellement, tant par ses caractères minéralogiques que par ses fossiles; c'est, sur une épaisseur de 10 mètres, une marne plâner gris cendré, divisée en lits de quelques pouces jusqu'à plusieurs pieds d'épaisseur, et dans laquelle le calcaire, le sable et l'argile sont en proportions variables. Il y a des traces de soufre et de bois charbonné, d'*Inoceramus striatus*, etc. Enfin le tout est recouvert par des dépôts de transport quaternaires. Dans cette localité, le granite est incontestablement plus ancien que les marnes crétacées; mais il faut reconnaître aussi que des roches ignées plus récentes ont incliné les strates et occasionné des soulèvements dans le voisinage.

Calcaire plâner de Strehlen.

A une demi-lieue au sud-est de Dresde on voit, près du village de Strehlen (1), sortir de dessous les dépôts quaternaires un îlot de calcaire plâner, de 10 toises d'épaisseur, exploité pour la fabrication de la chaux et pour l'amendement des terres. Il renferme de nombreux fossiles que Schulze fit connaître dès 1760 et qui depuis ont été recherchés activement par les naturalistes. M. Geinitz a pu en réunir 100 espèces dont l'ensemble des caractères lui a démontré que cette assise différait de celle du tunnel d'Oberau qu'il désigne sous le nom de marne du plâner, ou pour abréger de marne plâner. La roche principale de cette localité est un calcaire marneux, divisé en couches minces ou plus ou moins épaisses, horizontales, d'un gris cendré clair, ou jaune blanchâtre. Ce calcaire, dont l'auteur donne la composition chimique ainsi que celle du calcaire de Weinböhla et du tunnel d'Oberau, repose sur une marne argileuse de 2 mètres d'épaisseur qui le sépare de marnes plâner placées dessous.

---

(1) Quelques cartes portent *Strehla* (de Leonhard, *Geologischer Atlas*, pl. 6; Stuttgardt, etc., 1841).

Les corps organisés fossiles des couches de Strehlen sont des restes de poissons cténoïdes, *Galeus pristodontus*, Ag., *G. appendiculatus*, id., *Squalus cornubicus*, Schloth., *Odontaspis rhaphiodon*, Ag., *Oxyrrhina*, des écailles et des coprolithes (1), puis *Ammonites sussexiensis*, Mant. *Nautilus elegans*, Sow., plusieurs gastéropodes, *Terebratula plicatilis*, Sow., *T. octoplicata*, id., *T. pisum*, id., *T. semiglobosa*, id., *T. gracilis*, Schloth., *Pecten membranaceus*, Nils., *Lima Hoperi*, Sow., *Spondylus spinosus* et *duplicatus*, Gold., *Inoceramus Cuvieri*, Sow., *I. annulatus*, Gold., *I. latus*, Mant., *I. planus*, Munst. (2), des moules de Nucules, de *Lyrodon*, de *Cardium*, *Isocardia cretacea*, Gold., *Spatangus cor-anguinum*, Lam., *Ananchytes ovata*, Lam., *Cidaris granulosus*, Gold., *C. variolaris*, Brong, plusieurs espèces de *Scyphia* et de *Manon*.

On peut conclure de ce qui précède que le pläner, qui constitue une partie du groupe de la craie tuffeau, présente, dans cette portion de la vallée de l'Elbe, trois assises distinctes que nous pouvons considérer comme des étages, et qui sont de bas en haut : 1° conglomérat, 2° marnes pläner, 3° calcaire pläner de Strehlen.

Calcaire pläner de Weinböhla. — Marnes pläner de Zaschendorf, Oberau, Gröbern et Meissen.

Après avoir rapporté les observations de MM. Weiss et Carus sur les environs de Weinböhla dont nous avons déjà parlé, M. Geinitz fait voir que, dans cette localité, une sorte de muraille formée de calcaire pläner, de 14 à 16 toises de large sur 300 de long, est recouverte d'une masse de syénite de 24 toises d'épaisseur. Au contact des deux roches se trouve une couche de marne foncée, d'une toise d'épaisseur, que MM. Naumann, de Leonhard et Cotta regardaient comme le produit du frottement de la syénite contre le pläner.

Le calcaire fossilifère gris cendré se divise en plaques plus ou moins épaisses, et les débris organiques suivants qui existent aussi à Strehlen confirment le parallélisme des deux assises. *Inoceramus annulatus*, *I. Cuvieri*, *Terebratula gracilis*, *T. octoplicata*, *T. pisum*, *Spondylus spinosus*, *S. duplicatus*, *Ammonites sussexiensis*, *Nautilus elegans*. Quant à la disposition en gradins avec cet accident de structure auquel on a donné le nom de *stylolithe*, ce n'est qu'un résultat de frottement et de glissement. Une couche de marnes de 5 toises d'épaisseur récemment observée a montré la liai-

(1) M. Agassiz signale, dans le pläner de Strehla : *Ptychodus mamillaris*, Ag., *Corax falcatus*, id., *Sphyrna denticulata*, Munst., *Otodus appendiculatus*, Ag., *O. semiplicatus*, Munst., *Lamna acuminata*, Ag. (*Tableau général des poissons fossiles*, in-4 ; Neuchâtel, 1844.)

(2) Voyez B. Geinitz, les dix Inocérames de la formation crétacée de la Saxe (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 148).

son du calcaire pläner précédent avec la marne pläner d'Oberau. Le calcaire devient ici plus solide qu'en aucun autre point de la Saxe, et, dans la partie orientale de la carrière, à plus de 25 toises au-dessous de la surface de la syénite qui recouvre le pläner, on n'avait pas encore atteint ce dernier, dont les bancs puissants fournissent des pierres de construction fort estimées. Les fossiles sont d'ailleurs les mêmes que ceux des carrières précédentes.

Les couches de pläner d'Oberau, à l'entrée de la forêt de Moritzbourg où M. Naumann avait annoncé la superposition du granite, celles de Gröbern et celles qui recouvrent le porphyre et la syénite de Meissen sont, d'après leurs fossiles, les représentants des marnes pläner. M. Geinitz n'a pas pu observer le conglomérat signalé par M. de Leonhard dans le granite de Zscheila, mais, à en juger par les restes organiques qui en proviennent, ce serait la partie la plus récente du conglomérat d'Oberau. Ces divers dépôts remplissent des cavités à la surface du granite, et il en a été de même sur le territoire de Plauen près Dresde.

Pläner entre Gauernitz et Schooner.

Sur la rive gauche de l'Elbe, entre Gauernitz et Schooner, le pläner apparaît en plusieurs points. On y remarque les *Inoceramus concentricus*, Sow., *striatus*, Mant. et l'*Ammonites sussexiensis*, id. Ailleurs la *Terebratula alata*, Lam., et les pyrites y sont plus rares. Près de Nieder-Wartha, sur la pente occidentale de la vallée, on observe, dans le pläner qui se prolonge jusqu'aux collines granitiques, non loin de Costebaude, des nodules de matière verte, des traces de charbon, les *Cidaris vesiculosus*, Gold., et *variolaris*, Brong., les *Inoceramus concentricus*, Sow., *striatus*, Mant., *propinquus*, Munst., le *Pecten armatus*, Sow., le *Spondylus truncatus*, Desh., le *Rostellaria Parkinsoni*, Sow., l'*Ammonites sussexiensis*, Mant., qui sont les fossiles des marnes pläner. En cet endroit le granite manifeste quelque apparence de soulèvement.

Dans les coteaux de Costebaude, on trouve de plus l'*Exogyra columba*, l'*Inoceramus striatus*, et, au sud, des lambeaux de grès vert ou quadersandstein dont les fossiles diffèrent complétement de ceux du pläner (*Exogyra columba*, Gold., *Spongites saxonicus*, Gein.). Près de Merbitz, on aperçoit les marnes pläner encore plus développées dans une carrière au sud-est de Bodnitz où les bancs sableux renferment des Serpules. A Coschutz reparaissent les *Inoceramus striatus* et *propinquus* avec des nodules glauconieux. Non loin de Kemnitz, dans une carrière dont les bancs sont dépourvus de fossiles, on observe le représentant de la marne argileuse inférieure aux calcaires de Strehlen et de Weinböhla.

Relations du pläner de Schooner et de Plauen.

Dans l'escarpement qui longe l'Elbe à Priessnitz, la marne pläner a de 20 à 24 toises d'épaisseur; elle est plus ou moins solide, plus ou moins argileuse et d'une teinte grise variée. Vers le haut, la roche se délite et renferme des nodules glauconieux avec des Serpules, *Inoceramus striatus*, *propinquus*, *mytiloides* et *orbicularis*, *Exogyra undata*, Gold., *Ostrea vesicularis*, etc. Le pläner mis à découvert dans les exploitations d'Elbstollen surmonte le grès vert foncé avec des conglomérats dont les fossiles, comme ceux des grès de Leiteritz, sont : l'*Exogyra columba* et le *Spongites saxonicus*, puis des groupes de *Serpula amphisbæna*, Gold., *S. septemplicata*, Reich., *Exogyra aquila*, Gold., *E. cornu arietis*, Id., *E. haliotoidea*, Sow., *Pecten æquicostatus*, Lam., *Spondylus truncatus*, Desh., *Terebratula alata*, Lam., *Cidaris vesiculosus*, Gold. Ces fossiles caractérisent tous l'horizon du conglomérat lié lui-même au sable vert foncé avec *Inoceramus striatus* et nodules à *Serpula gordialis*, lesquels appartiennent également aux marnes pläner.

Pläner des environs de Plauen.

Aux environs de Plauen, village situé au sud de Dresde, la partie inférieure du pläner, de 0m,56 à 0m,84 d'épaisseur, constitue une marne très solide, gris-bleu, blanche ou jaunâtre, tachée de brun ou de bleu. On y trouve des bois pétrifiés et des écorces charbonnées; puis viennent trois autres bancs distincts. Une marne argileuse, de 0m,28 d'épaisseur, avec des nodules endurcis, sépare ces derniers de strates plus minces, renfermant aussi des nodules calcaires, et formant la limite des marnes pläner avec le calcaire du même groupe. A peu de distance, les marnes reposent sur le granite, et, non loin de cette localité, un sable plus ancien, qui appartient au quadersandstein, occupe la même position (1).

---

(1) Un sondage exécuté sur la place Antone, à Dresde, a traversé successivement (*a*) :

	Dépôt moderne et quaternaire	54 pieds.
Pläner infér. ou marne pläner.	Argile schisteuse	220
	Marne	89
	Argile schisteuse	151
	Quadersandstein	68
Roht liegendes.	Grès rougeâtre et vert mélangé d'argile rouge	82
	Conglomérat avec argile rouge et grès alternant	176
	Total	840

Un autre sondage, exécuté à environ 6600 pieds de distance du précédent, a traversé :

	Sable et cailloux quaternaires	57
Pläner.	Marnes et calcaires	742
	Marnes pures	40
	Grès vert (*quadersandstein*)	70

(*a*) B. Cotta, *Geognost. Wanderungen*, etc., vol. I, p. 132. — *Neu. Jahrb.*, 1857, p. 41.

Les bancs dont on vient de parler, et dans lesquels alternent des sables et des calcaires, offrent les fossiles qui, dans le tunnel d'Oberau, représentent les marnes inférieures du pläner. Ce sont :

Eschara cyclostoma, Gold., *Cidaris variolaris*, Brong., *C. vesiculosus*, Gold., *Serpula amphisbæna*, id., *S. septemsulcata*, Reich, *S. gordialis*, Schloth., *S. spirographis*, Gold., *Inoceramus striatus*, Mant., *I. concentricus*, Sow., *Pecten notabilis*, Munst., *P. arcuatus*, Sow., *P. serratus*, Nils., *P. cretosus*, Defr., *Ostrea hippopodium*, Nils., *O. vesicularis*, Lam., *O. carinata*, id., *Exogyra haliotoidea*, Sow., *Terebratula alata*, Lam., *Rostellaria Parkinsoni*, Sow., *Belemnites mucronatus*, Schloth.

Dans la plupart des carrières des environs, on voit s'étendre au-dessus le calcaire pläner.

M. Geinitz (1) a donné, dans une publication plus récente, la liste suivante des fossiles du pläner qui, près de Plauen, repose sur la syénite, et qui peut être pris pour type de l'étage.

Dents de *Ptychodus polygyrus*, Ag., *Oxyrrhina Mantelli*, id., *Otodus appendiculatus*, id., *O. sulcatus*, Gein., *Odontaspis raphiodon*, Ag., *Hypsodon lewesiensis*, id., *Enchodus halocyon*, id., *Limulus Steinlæ*, Gein., *Serpula gordialis*, Schloth., *S. conjuncta*, Gein.? *Belemnites minimus*, List., *Nerita costulata*, Roem., *Pleurotomaria gigantea*, Sow.? *P. granulata*, Gein., *Trochus Basteroti*, Brong., *T. concinnus*, Roem., *Turritella granulata*, Sow., *Patella orbis*, Roem.? *Lima divaricata*, Duj., *L. tecta*, Gold., *L. laticosta*, Roem., *L. Reichenbachi*, Gein., *Pecten Faujasi*, Defr., *P. digitalis*, Roem., *Spondylus striatus*, Gold., *S. asper*, Munst., *Exogyra haliotoidea*, Sow.? *Ostrea lateralis*, Nils.? *O. vesicularis*, Lam., *O. Hübleri*, Gein., *O. plicato-striata*, Gein., *O. macroptera*, Sow., *Terebratula sella*, Sow.? *T. ovoides*, id., *T. gallina*, Brong., *Hippurites ellipticus*, Gein., *Cidaris claviger*, Munst.? *C. vesiculosus*, Gold.? *aulopora? Manon Pezziza*, Gold., *Cnemidium astroides*, Gein., *C. plauense*, id., *Tragos stellatum*, Gold., *Scyphia infundibuliformis*, id.?

A peu de distance de cette localité, les sables du quadersandstein constituent par places un grès (*Tigersandstein*) ou variété du quadersandstein ordinaire, dont les bancs sont presque aussi épais que sur les points où cet étage est le plus développé. Sous les bancs inférieurs, un sable meuble renferme des fragments de syénite altérée comme dans le conglomérat des exploitations d'Elbstollen. Sur un autre point, ces sables, avec des fragments de syénite, contiennent l'*Inoceramus concentricus*. Un conglomérat rouge, qui remplit une cavité de la syénite, a présenté les fossiles suivants : *Sphe-*

(1) *Die Versteinerungen von Kieslingswalda und Nachtrag*, etc., *Vorwort.*, p. I, in-4. Dresde et Leipsick, 1843.

rulites ellipticus, Gein., *Terebratula alata*, Lam., *T. ovoides*, Sow., *Exogyra cornu arietis*, Gold., *E. haliotoidea*, Sow., une grande quantité de coquilles d'Huîtres (*Ostrea falciformis*, Gold., *O. vesicularis*, Lam.), *Pecten cretosus*, Defr., *P. serratus*, Gold., *P. æquicostatus*, Lam., *P. notabilis*, Munst., des alvéoles de Bélemnites, *Cidaris vesiculosus*, Gold., *Eschara cyclostoma*, id. Ce poudingue représenterait celui du tunnel d'Oberau, et n'est pas ici séparé des marnes pläner qui recouvrent ailleurs la syénite, et qui semblent avoir été continues avec celles de la pente opposée de la vallée.

Le quadersandstein aurait aussi occupé la vallée de Weisseritz, où l'on en trouve encore quelques traces accompagnées de fragments de syénite. Le grès résulte de la destruction de cette dernière roche, et son dépôt a été suivi de celui d'un conglomérat également parallèle à celui du tunnel, où l'on a vu les fragments de gneiss et de granite, enveloppés dans diverses gangues, occasionner des modifications locales; c'est à ce niveau que se rapportent les cinq masses rocheuses isolées de Coschütz. Peu après, les marnes s'étendirent aussi sur la syénite; mais des dénudations ultérieures n'ont plus laissé que de rares lambeaux des vastes dépôts de cette époque.

A cette première partie de son premier travail, M. Geinitz a joint la description des fossiles de la formation crétacée de la Saxe, tels qu'il les connaissait alors, accompagnée de 8 planches, représentant soit des espèces nouvelles, soit des espèces imparfaitement déterminées. Sur plus de 100 espèces énumérées par l'auteur, il n'y en a guère que 2 ou 3 qui aient été citées au-dessous du groupe de la craie tuffeau, tel que nous l'avons envisagé, et l'on peut dire aussi que la faune de la craie blanche n'y est pas représentée. D'après cela, un seul de nos quatre groupes crétacés, le second, existerait dans la portion du bassin de l'Elbe dont nous venons de parler.

Dans la seconde livraison (1) de ce même ouvrage, M. Geinitz s'est occupé du pays situé entre Plauen, au sud de Dresde et Dohna. Après un exposé géologique semblable à celui que nous venons de donner sur la partie nord-ouest de la zone crétacée, il continue la description des fossiles, depuis les poissons jusqu'aux brachiopodes, et, parmi les localités le plus souvent citées, on remarquera que celle de Strehlen, dont il a été question ci-dessus, non seulement

(1) *Charakter. d. Schichten v. Petrefact. d. Sächs. Kreidegeb.* 2ᵉ partie, 1840, avec 8 pl. — Sur le classement du quadersandstein de la Saxe (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 457).

peut servir de terme de comparaison pour le calcaire pläner, mais encore permet, par l'ensemble de ses fossiles, de regarder celui-ci comme correspondant au 2ᵉ étage de la craie tuffeau de l'ouest de l'Europe.

Dans le troisième fascicule du même ouvrage (1), l'auteur a étendu ses observations plus au S., jusque dans la Bohême, mais nous ne parlerons ici de ce dernier pays que pour ce qui concerne la portion limitrophe de la Saxe, dont nous ne pourrions, sans inconvénient, reporter plus loin la description.

Quadersandstein inférieur et supérieur de la Saxe et des parties adjacentes de la Bohême.

(P. 101.) On a vu qu'aux environs de Dresde, le grès ou quadersandstein supportait les diverses assises du pläner. Le grès de Tharand, entre Weissig et Opitz, au sud-ouest de la capitale, et celui de la forêt de Tharand, décrits par M. Cotta (2), sont également plus anciens que le pläner. Plus à l'ouest encore, près de Niedershöna, non loin de Freiberg, les couches les plus basses du quadersandstein alternent avec des schistes bitumineux et marneux, que M. Cotta crut, d'après l'examen des plantes, pouvoir rapporter aux sables d'Hastings. La coupe de cette localité présente, de haut en bas :

1° Grès à grain fin.	1ᵐ,70 à 2ᵐ,26
2° Argile schisteuse avec plantes. . . .	0ᵐ,56 à 1ᵐ,13
3° Grès à grain fin.	0ᵐ,85 à 1ᵐ,70
4° Argile schisteuse avec plantes. . . .	0ᵐ,14 à 0ᵐ,85
5° Grès à grain fin, exploité pour pierres de construction	2ᵐ,26 à 3ᵐ,39
6° Gneiss.	

Un autre dépôt, d'origine lacustre, a été observé par M. Gutbier, près de Weissig et de Pillnitz, puis dans le grès d'Oberlausitz, près de Waltersdorf. M. Reuss en a reconnu un semblable à Saatz.

Tous les grès quader qui reposent sur le gneiss appartiennent aux couches les plus basses de la formation et font partie du quadersandstein inférieur dont les nombreux fossiles sont propres à cet étage. On doit à M. Naumann d'avoir démontré qu'il existait en

(1) *Charakteristik d. Schichten und Petrefact. d. Sächs.-Böhm. Kreidegebirges*, avec 8 pl.; Leipsick, 1842. — *Gæa von Sachsen :* Gæa saxonne, ou Esquisse phys. et géogn. de la Saxe, par Naumann, Cotta, Geinitz et Gutbier, in-8; Dresde, 1843. — Geinitz, *Das Sächs.-Böhm. Kreidegeb.*, etc.: (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 253).

(2) *Geognost. Wander.* etc. Excursions géognostiques aux environs de Tharand, in-8, avec carte et coupes; Dresde, 1836. — *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 584-587. — *Ibid.*, 1840, p. 460.

outre un grès quader placé au-dessus des diverses assises du pläner et auquel on a donné le nom de quadersandstein supérieur. Sa présence a été ensuite constatée sur beaucoup de points de la Suisse saxonne jusqu'à Oberlausitz et jusqu'aux environs de Jaschken. M. Glocker a même retrouvé cet étage supérieur en Moravie. M. Naumann (1) n'a pas été aussi heureux lorsqu'il a essayé de comparer le pläner de la Saxe au gault de l'Angleterre, car ce parallélisme n'a aucun fondement.

Rive gauche de l'Elbe, entre Pirna et Tetschen.

Les caractères uniformes et le peu d'inclinaison des couches rendent les divisions des dépôts crétacés difficiles à reconnaître lorsqu'on remonte la vallée de l'Elbe de Pirna à Tetschen. De la première de ces villes au Hohe Schneeberg, les assises se relèvent, et, par suite de dérangements dans le niveau relatif, le quadersandstein inférieur se trouve plus élevé que le supérieur. Près de Zeuschendorf, plusieurs couches de grès, dépendantes du pläner et des marnes, sont mises à découvert, et s'étendent jusqu'à Krebs, qui est bâti dessus. M. Geinitz y cite l'*Exogyra columba* et le *Manon seriatoporum*. Dans la vallée de Gottleube, on voit très bien le pläner placé entre les deux quadersandstein. Il renferme la *Panopœa gurgitis*, la *Frondicularia ovata* et l'*Ostrea hippopodium*. Près du moulin de Walkmüle, on a tenté d'y exploiter un combustible charbonneux, et les couches fossilifères de Luschütz, près Bilin, qui ont été rapportées au gault par M. Reuss, ne sont encore que des marnes plus argileuses du pläner.

Les fossiles les plus importants de cette assise sont : *Ammonites falcatus*, Mant., *Rostellaria Reussii*, Gein., *Auricula incrassata*, Sow., *Littorina rotundata*, id., *Turritella granulata*, id., *Dentalium medium*, id., *Pectunculus lens*, Nils., *Cucullœa trapezoidea*, Gein., *Lima elongata*, Sow., *Pecten membranaceus*, id., *P. quadricostatus*, Sow., *P. lœvis*, Nils., *P. arcuatus*, Sow., *Inoceramus latus*, Mant. Sous le banc de combustible sont des marnes, des bancs verts tachetés, de l'argile, et, à 33 toises plus bas, d'autres couches tachetées de vert. Toutes ces couches inférieures paraissent représenter le conglomérat du tunnel d'Oberau. Au-dessus du grès calcarifère du pläner dont on vient de parler, se trouve ici, comme dans le tunnel, les marnes qui atteignent une épaisseur de 28 mè-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1838, p. 665. — *Ibid.*, 1839, p. 687. — Esquisse géognostique du royaume de Saxe (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 127). — Voyez aussi B. Cotta, *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 293.

tres. Tout le système plonge vers Pirna, et on peut l'observer autour de la ville même.

La *Terebratula gallina*, var. *lata*, se montre dans une certaine partie de l'étage avec la *Terebratulata alata*, le *Pecten membranaceus*, une Huître et une Sphérulite. Près de Naundorf, des carrières sont ouvertes dans la partie inférieure du pläner, et des dents de *Galeus pristodontus* ont été rencontrées dans les sables qui en dépendent. Ce même étage apparaît encore non loin de Langhennersdorf, le long de la route, près de Hermsdorf, où sa présence est accusée par un sol marécageux couvert d'*Equisetum giganteum*, puis jusqu'à Königstein.

Le profil de Pirna au Hohe Schneeberg, que nous avons déjà cité d'après la feuille XI de la carte de MM. Naumann et Cotta, fait voir que tout le grès quader qui, sur la rive gauche de l'Elbe, forme le plateau élevé entre Pirna et Königstein, comme entre l'Elbe et la Gottleube jusqu'à Langennersdorf et Brausenstein, est le quadersandstein supérieur recouvrant le pläner à *Terebratula gallina*. Ce dernier étage, qui vient affleurer tout autour du massif du Schneeberg, où il est couronné par le précédent, se retrouve également entre Pirna, Kritz, Schwitz et Brausenstein.

Nous ferons remarquer que sur la feuille que nous venons de citer, comme sur la carte d'assemblage ou carte générale de la Saxe, les auteurs ont représenté, par une seule teinte et une seule lettre, les deux quadersandsteins, tandis que le pläner qui les sépare est marqué par une teinte et une lettre particulière; d'où il résulte que, excepté sur un très petit espace, entre Pirna, Bara et Königstein, où règne un mince filet gris bleu indiquant, à la surface du sol et autour du Schneeberg, l'affleurement du pläner entre les deux quadersandsteins; partout ailleurs ces derniers sont confondus. L'aspect de la carte est donc faux pour le lecteur qui peut croire que le pläner ne se continue pas au sud de ces affleurements, et qu'il n'est qu'un membre subordonné sans importance. Cette manière de voir n'était certainement pas celle des auteurs; car, par cela seul qu'ils lui ont consacré une teinte particulière, ils lui ont reconnu, et avec raison, des caractères propres. Mais, *à fortiori*, auraient-ils dû distinguer le quadersandstein supérieur de l'inférieur. Sans le profil que nous avons cité (*antè*, page 252), non seulement les cartes donneraient une idée fort inexacte de ce qu'il y a dans la nature, mais encore ne se comprendraient pas. Ce profil, n'étant d'ailleurs tracé que dans une seule direction, n'implique pas

que la disposition soit encore la même dans toute la partie orientale du pays où la formation crétacée se trouve être représentée par une seule teinte. Or cette teinte peut être supposée indiquer le quadersandstein inférieur seul, le quadersandstein supérieur seul, les deux quadersandsteins immédiatement superposés, ou enfin séparés par le pläner, c'est-à-dire qu'elle est susceptible de quatre interprétations différentes.

Au Schneeberg, près de Bünabourg, continue M. Geinitz, comme partout, sur la rive gauche de l'Elbe, le quadersandstein inférieur est un grès à grain plus gros que l'inférieur ; il est moins solide, et les fossiles, moins nombreux, sont le plus ordinairement : *Lima multisulcata*, Gein., *Pecten quadricostatus*, Sow., *Exogyra columba*, Gold. et *Terebratula alata*, Lam., l'*Holaster granulosus*, Ag., moins fréquent, et l'*Inoceramus mytiloides*, Mant., très rare. Le reste du quadersandstein de cette même région appartiendrait à l'inférieur. Ainsi, à Rottwernsdorf, sur la rive droite de la Gottleube, celui-ci est surmonté par l'étage du pläner, et en face, sur la rive gauche, on l'observe également. Le grès est à grain fin, un peu argileux, solide, taché de jaune, ressemblant au grès du pläner et renfermant principalement : *Inoceramus concentricus*, Park., *Pinna pyramidalis*, Munst., *Cardium dubium*, Gein., *C. Hillanum*, Sow., *Pecten æquicostatus*, Lam., et plus rarement le *P. decemcostatus*, Munst., Gold.

C'est dans les vastes carrières du grand et du petit Kotta qu'on peut le mieux observer les caractères de cet étage. Les pierres de construction qu'on y exploite, tachées de jaune et de bleu, sont les plus estimées de la Saxe, et ressemblent beaucoup à celles de Rippchen et de Bannewitz, près de Dresde. Les fossiles sont nombreux, surtout l'*Inoceramus concentricus*, l'*I. striatus*, Mant., Gold., la *Pinna pyramidalis*, le *Pecten arcuatus* et le *P. æquicostatus*. Les cavités sont remplies de *sclérotites*, et dans les bancs inférieurs abonde la *Pinna Cottæ*, Gein. A la montagne basaltique du Spitzberg de Kotta, le quadersandstein inférieur est surmonté par le grès glauconieux calcarifère et les marnes pläner. Il est aussi mis à découvert dans les carrières de Laugennersdorf, et le *Nucleolites carinatus*, Gold., a été trouvé dans la pierre à meule qu'on y exploite.

Dans le district de Bilaer où les roches affectent les formes et les accidents les plus pittoresques, les mêmes assises sont caractérisées par les mêmes fossiles. On y cite de plus : le *Cardium dubium*, la *Lima multisulcata*, le *Pecten quinquecostatus*, l'*Exogyra columba*,

et la *Terebratula alata.* Le quadersandstein inférieur se prolonge jusqu'à Tyssa, où il est encore mieux caractérisé et où les bancs inférieurs reposent sur le gneiss. Sa structure se modifie d'ailleurs de bas en haut, et les couches les plus basses sont toujours les plus riches en corps organisés. Parmi ceux-ci, les plus fréquents sont :

Turritella granulata, Sow., des Rostellaires, entre autres le véritable *R. Parkinsoni*, Mant., puis des espèces de Natices, *Littorina rotundata*, Sow., *Dentalium glabrum*, Gein., *Lucina Reichii*, Roem., *Venus immersa*, Sow., *V. parva*, id., *Cardium Hillanum*, id., *Nucula siliqua*, Gold., *Cucullæa glabra*, Sow., *Gervillia anomala*, Gein., *G. Reichii*, Roem., *Inoceramus concentricus*, Park., *I. mytiloides*, Mant., *Pecten membranaceus*, Nils., *P. acuminatus*, Gein., *P. æquicostatus*, Lam., *P. striato-costatus*, Gold., *Exogyra columba*, id., *Ostrea carinata*, Lam., et *Catopygus carinatus*, Ag. Ces fossiles sont surtout répandus en grande quantité à la surface des champs cultivés. Dans les couches élevées de l'étage dominent particulièrement les *Inoceramus Cripsii*, *mytiloides* et *concentricus*.

Par suite de diverses considérations stratigraphiques, orographiques et d'altitudes combinées, M. Geinitz conclut que les couches crétacées de la rive gauche de l'Elbe ont été sensiblement soulevées, et que tout ce qui, sur la carte de MM. Naumann et Cotta, est colorié comme quadersandstein, entre Königstein, Tyssa, Testchen et l'Elbe, doit, à l'exception du sommet du Schneeberg, être rapporté au quadersandstein inférieur.

Rive droite de l'Elbe, entre Pillnitz et Tetschen.

M. Geinitz a signalé les points où il a rencontré des fossiles en remontant la rive droite de l'Elbe, de Pillnitz jusqu'à Tetschen, et partout il a cru reconnaître la présence du quadersandstein inférieur. Ainsi le lambeau isolé de Weissig, au nord de Pillnitz, entouré par le granite et le gneiss, lui a offert : la *Turritella granulata*, Sow., la *Trigonia alæformis*, Park., le *Cardium dubium*, Gein., la *Cucullæa glabra*, Sow., l'*Avicula Reichii*, Gein., l'*Inoceramus striatus*, Gold., le *Pecten æquicostatus*, Lam., le *P. membranaceus*, Nils., le *P. notabilis*, Munst., Gold., l'*Exogyra columba*, id., l'*Ostrea carinata*, Lam. et le *Cidaris vesiculosus*, Gold. Les environs de Wesnitz, de Wehlen, de Schandau, ceux de Gabel, de Kreibitz, d'Ayda, de Langenau, de Kotewitz, etc., ont présenté : *Isocardia cretacea*, Gold., *Pecten quadricostatus*, Sow., *P. asper*, Lam., *P. ternatus*, Munst., Gold., *Lima multicostata*, Gein., *Pinna depressa*, Munst., Gold., *P. pyramidalis*, id., *Exogyra columba*, id., *Terebratula octoplicata*, Sow., *Inoceramus Lamarckii*, Mant., et *undulatus*, id., *Ammonites Mantelli*, Sow.

(P. 108.) Sur les hauteurs de Johnsdorf sont des carrières de pierres à meules célèbres dans le pays. On observe dans l'une d'elles l'effet du métamorphisme produit par le basalte sur les grès. Ceux-ci sont divisés en prismes perpendiculaires aux plans des strates, et quelquefois sont séparés les uns des autres par de l'oxyde de fer et du fer oligiste en paillettes qui ont pénétré jusque dans la masse du grès. On trouve dans celui-ci la *Lima multicostata*, l'*Exogyra columba*, l'*Isocardia cretacea*. Ces assises, d'après l'auteur, appartiennent au quadersandstein supérieur, parce que le pläner de Hain et de Lückendorf, qui en est peu éloigné, est à un niveau plus bas. Près de ce dernier point, le long de la route de Zittau, au-dessus du quadersandstein, qui est alors l'inférieur, se montre un grès dépendant du pläner avec le *Pecten membranaceus* et l'*Ostrea hippopodium*, tandis que le grès supérieur présente la *Lima multicostata* et le *Pecten quadricostatus*.

Dans cette petite région, comme précédemment, l'étage complexe du pläner sépare les deux quadersandsteins. Quoique les grès à grain fin existent seulement dans l'inférieur, ce caractère et ceux tirés de l'orographie du pays sont insuffisants pour les distinguer. En outre, suivant M. Geinitz, les fossiles seraient presque les mêmes. Le *Pecten æquicostatus* est le plus fréquent et le plus caractéristique du grès inférieur, puis viennent l'*Ammonites rhotomagensis*, l'*Inoceramus concentricus*, le *Pecten arcuatus*, la *Serpula septemsulcata*, la *Fungia coronula*, la *Scyphia subreticulata*. Plusieurs de ces dernières espèces s'élèvent dans les autres étages. La *Pinna depressa* et l'*Inoceramus mytiloides*, communs dans le grès inférieur, sont rares dans le supérieur; c'est le contraire pour la *Lima multicostota*, le *Pecten quadricostatus* et la *Terebratula alata*. Des espèces également communes dans l'un et l'autre, et partout fort abondantes, sont le *Pecten quinquecostatus*, le *P. decemcostatus*, le *P. cicatrisatus*, l'*Ostrea macroptera*, l'*Exogyra columba*, l'*Asterias Schulzii*, le *Micraster cor-anguinum*, l'*Holaster granulosus* et le *Spongites saxonicus*. Les espèces qui se trouvent à la fois dans l'étage du pläner et le quadersandstein supérieur sont : *Isocardia cretacea*, *Inoceramus Brongniarti*, *I. annulatus*, *I. Cuvieri*, *I. undulatus*, *Pecten ternatus*, *P. quinquecostatus*, *Terebratula octoplicata*, *T. Mantelliana*, *Cidaris granulosus*, *Micraster cor-anguinum*. Le *Cidaris vesiculosus* est commun à toutes les assises, et le *Pecten asper* serait seul propre au quadersandstein supérieur.

Ainsi nous voyons citées par M. Geinitz, dans des étages distincts et séparés par un laps de temps considérable, des associations de fossiles qu'il nous est bien difficile d'admettre. La présence simultanée de l'*Exogyra columba* et du *Micraster cor-anguinum*, de l'*Ostrea macroptera* et du *Pecten quinquecostatus* dans les deux grès, l'existence du *Pecten asper* dans le plus élevé seulement, etc., sont des motifs pour nous faire penser qu'il s'est glissé quelques erreurs, soit dans la détermination des espèces, soit dans celle de leur gisement. Ce serait en effet une anomalie dont on ne connaît guère d'exemple que de voir reparaître, après une faune aussi importante que celle du plåner, précisément les espèces les plus caractéristiques de celle qui l'a précédée; mais il y a plus, car le *Micraster cor-anguinum*, qui partout est propre au premier groupe ou descend très peu dans le second, se trouverait à la base de celui-ci, tandis que ce serait l'inverse pour le *Pecten asper* (1).

M. F.-Ad. Roemer (2) avait aussi placé l'étage du plåner de Strehlen, de Weinböhla et d'Oberau, avec celui de Teplitz dans le nord de la Bohême, sur le même horizon que celui du Hanovre, du versant septentrional du Harz, de Quedlinbourg, d'Halberstadt, etc. Il avait également rapporté à l'étage sous-jacent que nous lui avons vu désigner sous le nom de *grès vert* (*Grünsand*) le sable vert d'Oberau, les marnes sableuses et le conglomérat qui existent aussi à Elbstollen. Mais ici, comme nous l'avons déjà dit pour le nord-ouest de l'Allemagne, l'équivalent du véritable grès vert supérieur (*upper green sand*, *fire stone*, etc.) de l'Angleterre et de la France doit être cherché plus bas, et il est sans doute représenté par le quadersandstein ou grès inférieur que nous venons de décrire, lequel a son analogue au nord-ouest. M. Roemer, qui le mentionne en effet en Saxe, en donnant une coupe des environs de Bannewitz (p. 127), le place dans le grès vert inférieur (*lower green sand*), opinion qui ne peut plus être admise aujourd'hui.

MM. Naumann et Cotta (3), dans leur explication de la carte

---

(1) Il est vrai que M. Geinitz a reconnu ensuite (*Neu. Jahrb.*; 1843, p. 599) que cette coquille se trouvait également dans le grès inférieur; mais cette circonstance serait encore un motif de plus pour qu'on doutât du mélange ou du passage qu'il indique.

(2) *Die Versteinerungen*, etc., p. 123 et 125, 1841.

(3) *Erlauterungen der geognost. Charte*, etc.; cah. 1, par C.-L. Naumann, in-8; Dresde, Leipsick, 1836. — Cah. 2, par *id.*, 1838, avec 3 pl. — Cah. 3, par B. Cotta, 1839, avec 1 pl. — Cah. 4, par

géologique du royaume de Saxe, publiée en plusieurs fascicules, de 1836 à 1844, comme dans leur Description géologique de ce même État qui parut en 1845, ont traité des divisions que nous avons vues établies et représentées sur la carte géologique, résultat de leurs recherches, et il nous resterait encore à parler des travaux ultérieurs qui ont eu particulièrement pour but une classification générale des dépôts crétacés dont nous venons de traiter; mais comme ces essais de M. Geinitz en 1842, 1843 et 1849-50, et ceux de M. Ewald en 1847 embrassent non seulement la Saxe, mais encore les autres États de l'Allemagne centrale où ces dépôts se rencontrent, il nous paraît nécessaire d'étudier auparavant ces derniers, sauf à revenir sur nos pas pour les considérer à un point de vue plus général, et proposer ensuite nous-même un arrangement des faits, d'accord avec celui que nous avons adopté pour d'autres pays.

Cependant, pour terminer et résumer à la fois ce qui se rapporte plus particulièrement à la Saxe, nous dirons dès à présent quelques mots de l'application qu'a faite M. Geinitz de sa nouvelle terminologie (1).

Résumé.

L'auteur, après avoir établi dans la formation crétacée, qu'il nomme *formation du quadersandstein* (*Quadersandsteingebirge*), quatre divisions principales, dont la seconde se subdivise en trois, trouve en Saxe le *quadersandstein supérieur*, la *marne quader moyenne*, la *marne quader inférieure* et le *quadersandstein inférieur*. Les deux grès supérieur et inférieur ont des caractères minéralogiques semblables, excepté qu'il n'y a jamais de grès vert dans l'étage le plus récent, et que les couches glauconieuses se trouvent toujours à la partie supérieure du plus ancien. La marne quader moyenne, que nous avons décrite sous le nom de calcaire pläner, de Strehlen, de Weinböhla, etc., est un horizon très important qui représente par ses fossiles la craie grise marneuse d'Angleterre. La marne quader inférieure, ou pläner inférieur, quand elle renferme peu de calcaire, est appelée *sable pläner*, quand il y en a beaucoup, *marne pläner*, et quand la roche est mouchetée ou tachetée, *marne panachée* (*Flammenmergel*), dont le type a été traversé dans le tunnel

---

id., in-4, 1840, 2 pl. — Cah. 2, par Naumann et Cotta, in-8, 1844, 3 pl. — *Geognostische Beschreibung des Konigreichs Sachsen*, Description géologique du royaume de Saxe et d'une partie des pays adjacents, in-8, avec 9 pl.; Dresde, 1845.

(1) *Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland*, p. 45, in-8; Freiberg, 1849.

d'Oberau. La marne pläner (*Plänermergel*) constitue des plaques minces de calcaire alternant avec des grès, et que les ouvriers de Dresde appellent *Pläner;* c'est l'*Opuka* de la Bohême.

Ces assises peuvent être particulièrement étudiées aux environs de Plauen, de Kauscha, au sud-est de la capitale, de Gross-Sedlitz, etc. L'assise désignée dans l'ouvrage précédent de M. Geinitz, sous le nom de *pläner moyen*, n'est que la partie la plus élevée du pläner inférieur (Oberau, Priessnitz, etc.). On y trouve les *Inoceramus mytiloides* et *concentricus*, et elle représente le pläner inférieur d'Essen et des bords de la Ruhr.

On a vu que ces couches reposaient sur la syénite aux environs de Koschütz, au delà sur le quadersandstein inférieur ; non loin de Kauscha, sur le gneiss; enfin dans le voisinage de Dörfern, Goppeln, Rippin et Welschhufa, sur le porphyre. A Mobschatz, des bancs de combustible y sont subordonnés dans un grès vert. Les fossiles du sable vert, qui est au-dessus du quadersandstein inférieur d'Oberau, sont semblables à ceux du pläner inférieur de Plauen, de Kauscha, de Gross-Sedlitz, et représentent ceux du premier sable vert d'Essen, comme ceux du tourtia de la Flandre et du Hainaut. Au-dessus viennent les marnes pläner jusqu'au calcaire pläner de Weinböhla. Les dernières couches du quadersandstein inférieur passent aux premières des marnes pläner.

§ 2. Bohême.

Travaux divers.

Nous venons de décrire les couches crétacées de la partie septentrionale de la Bohême, comprise sur la carte de MM. Naumann et Cotta ; il nous reste à les poursuivre plus au sud dans leur développement et leurs caractères. Plusieurs ouvrages (1) avaient traité de

(1) Langhans, Sur le grès vert d'Adersbach, *Das in K. Böhmen geleg. verwund. Adersbach Steing.*, in-4, avec pl. ; Breslau, 1739. — *Samml. Phys. Aufs. d. Ges. böhmisch Naturf.*, 6 vol., 1775-1784. — Reuss, Carte des cercles de Leitmeritz et de Bunzlau (*Miner. geograph. Böhmens*, 4 vol. in-4, Dresde, 1793-1799). — *Samml. Kl. naturh. Aufsatse*, etc., in 8 ; Prague, 1796. — *Miner. Beschreib. d. Herrsch. Kamenitz*, etc., in-8, Hof, 1799. — Dlask, *Versuch e. allg. Darstell. d. Naturbeschaff Böhmens*, in-8 ; Prague, 1822. — Hallaschka, *Lang. v. Breit. Bestimmung*, etc., in-8 ; Prague, 1823. — Id. *Ueber Tetschen.* — Moteglek, carte du pied méridional du Riesengebirge (*Das rothe Sandsteingebilde*

la géologie de ce pays avant que M. Reuss commençât à s'en occuper; mais pour ne pas interrompre l'examen des travaux importants de ce savant, nous le ferons précéder de quelques observations dues à M. Geinitz (1), et qui relieront naturellement la section précédente à celle-ci. Dans leurs observations géognostiques sur les environs de Görrisseiffen, Lähn, Schönau, Bolkenhain, et le versant nord-ouest du Riesengebirge, MM. Lülke et Ludwig (2) se sont aussi occupés de la craie, et la carte géologique, jointe à leur mémoire, montre le quadersandstein occupant une surface considérable de Bunzlau à Loewenberg, puis au sud de Lähn.

M. Geinitz avait admis que, dans l'intérieur de la Bohême, l'étage du pläner se divisait en trois assises distinctes, désignées sous les noms de *pläner supérieur* ou *calcaire pläner*, de *pläner moyen* ou *marnes pläner* avec des grès et de *pläner inférieur*, dont les caractères minéralogiques étaient assez variables. Le calcaire pläner est ici plus épais qu'en Saxe, et ses fossiles sont ceux des bancs de Strehlen.

Les marnes du pläner et les grès sont particulièrement développés autour de Luschütz (Luschitz), localité où les fossiles sont très abondants et que M. Reuss avait d'abord placée plus haut dans la série. L'auteur conteste l'assimilation de ces couches avec le gault, faite en premier lieu par M. Naumann, puis soutenue par M. Reuss, et il les place au niveau de celles de Wackmüle, près de Pirna. Les couches grenatifères de Trziblitz, Posedlitz et Meronitz appartiendraient à l'assise inférieure, très variable en Bohême comme en Saxe et modifiée par un sous-sol de gneiss. Elles représentent les conglomérats du tunnel d'Oberau, etc. Quelquefois ce sont des grès à grain fin qui se lient aux marnes, ainsi qu'on l'a vu à Kauscha près Dresde, ou bien des grès à gros grain, renfermant des rognons charbonneux

---

zwichen d. linken. Iser u. recht. Elbeufer), Prague, 1829. — De Klipstein, *Geognost. Bemerk. auf Reise durch Sachsen u. Böhmen*; Darmstadt, 1830. — Zippe, *Uebersicht der Gebirgs formationen Böhmens*, in-8; Prague, 1831. — Preininger, *Geognostische Karte des Umgebungen von Prag.* (*Ber. ueb. d. Vers. deutsch. Naturf. in Prag.*, p. 133).

(1) *Characteristik der Schichten und Petrefact. d. Sachsisch. Böhm. Kreidegeb.* p. 112, in-4 avec pl., *Dritter Heft.* Dresde, Leipsick, 1842. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 741. — Voyez aussi : *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 17; 1846.

(2) *Arch. für Miner.* de *Karsten* et de *Dechen. Elfter Band*, 1838, p. 251.

et des grains verts. Les couches à Hippurites de Kutschlin avec *Rostellaria gigantea*, Gein., *Natica dichotoma*, id., *N. nodosa*, id., *Cardium bispinosum*, etc., Duj., en font partie. Quant au quadersandstein supérieur, M. Geinitz n'y cite que la *Lima multicostata*, Gein.

(P. 114.) En récapitulant les fossiles recueillis sur un grand nombre de points de la Saxe et de la Bohême, le savant paléontologiste de Dresde recherche la distribution, dans les cinq divisions adoptées alors par lui, des 370 espèces qu'il connaît, et trouve qu'il y en a 148 dans le grès quader inférieur, 120 dans le pläner inférieur, 128 dans le pläner moyen, 168 dans le calcaire pläner, dont 148 sont exclusivement des couches de Strehlen, et 30 environ dans le quadersandstein supérieur. Ces nombres diffèrent beaucoup de ceux que M. Reuss a donnés plus tard, non seulement parce qu'ils sont plus faibles, ce qui est assez naturel, mais encore par leurs proportions relatives dans chaque étage. Dans le dernier surtout, cette proportion est beaucoup plus forte par suite sans doute de quelque erreur de gisement, comme nous l'avons déjà supposé.

L'auteur passe ensuite aux espèces communes à plusieurs étages, et les rapports qu'il trouve donnent, comme ceux que nous avons déjà indiqués, la preuve la plus convaincante que toutes ces assises appartiennent à un seul et même groupe. Mais les conclusions qu'il déduit plus loin de la comparaison des corps organisés de ces cinq étages ou sous-divisions avec les gisements de leurs analogues supposés en Angleterre, ne sont qu'en partie admissibles, parce qu'il ne possédait pas alors tous les éléments nécessaires à une comparaison exacte, parce qu'il ne prenait pas en considération la valeur des espèces caractéristiques, parce que quelques erreurs de détermination s'y sont probablement introduites vu la difficulté d'avoir toujours de bons types, enfin parce qu'il ne prenait pas les fossiles des Blackdowns pour ce qu'ils sont réellement. Aussi devons-nous rejeter tout parallélisme entre le grès quader inférieur de l'Allemagne et le grès vert inférieur de l'Angleterre ou groupe néocomien. Si l'on parcourt la liste des corps organisés fossiles (p. I-XXII), on n'y trouve en effet, à l'exception de l'*Exogyra aquila*, aucune espèce caractéristique de ce dernier tel que nous l'avons décrit dans toute l'Europe occidentale.

Pour M. Geinitz qui n'admet pas, et avec raison suivant nous, l'existence du gault dans le bassin de l'Elbe, le pläner inférieur serait l'équivalent des premières couches du grès vert supérieur (*upper*

green sand), les marnes et les grès du plāner moyen représenteraient ses assises supérieures et les marnes panachées (*Flammenmergel*) du Hanovre et de la Westphalie. Le calcaire plāner, à cause de ses céphalopodes, serait parallèle à la craie grise marneuse de l'Angleterre, et, par sa faune ichthyologique, rappellerait la craie inférieure (*lower chalk*) du Sussex (premier étage de la craie tuffeau). Enfin, le quadersandstein supérieur se trouverait contemporain de la craie blanche ou craie à silex, avec laquelle il aurait, dit-il, de commun l'*Inoceramus undulatus*, l'*I. Lamarckii*, l'*I. mytiloides*, le *Pecten quinquecostatus*, le *Spatangus cor-anguinum*, et dont les nombreux polypiers seraient remplacés en Allemagne par le *Spongites saxonicus*.

Sans insister ici sur la difficulté de trouver deux sous-divisions bien distinctes dans le grès vert supérieur de l'Angleterre, comme le veut M. Geinitz, on peut faire remarquer que les espèces que nous venons de rappeler ne sont point signalées par M. Reuss dans le quadersandstein supérieur, et que la plupart d'entre elles n'appartiennent pas exclusivement à la craie blanche. Ce dernier rapprochement, quoique possible, n'est donc pas assez motivé. Si, au lieu de prendre ses termes de comparaison de l'autre côté de la Manche, M. Geinitz eût cherché à mettre en parallèle la formation crétacée du bassin de l'Elbe avec celle d'autres pays où la formation ne présente par exemple qu'un de ses groupes au lieu de quatre, et où ce groupe unique peut néanmoins être très complexe, il eût trouvé des analogies beaucoup plus certaines, et il eût abandonné la pensée qu'il existait, dans cette partie de l'Allemagne, des représentants de trois de nos groupes, lorsqu'en réalité il n'y en a qu'un, le second, et peut-être un équivalent douteux d'une portion du premier (1).

Travaux de M. Reuss.

Les relations géognostiques des environs de Teplitz ont été décrites par M. A.-Em. Reuss (2) dont le mémoire était accompagné d'une carte géologique de ce pays. Le quadersandstein et les marnes de la craie ont été fort bien caractérisés dans ce travail qui a été

(1) Voyez encore C. Naumann, *Ueber die Gegend*, etc. : Sur les environs de Tschermig, cercle de Saatz (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 301, pl. 6, fig. 7). — Bischof, Sur les rochers de grès vert à Adersbach, sur l'origine de leurs formes et leur altération. (*Ibid.*, 1844, p. 482.)

(2) *Die geognostischen Verhältnisse von Teplitz* (*Arch. für Miner. von Karsten und Dechen*, 1838, p. 284).

suivi d'une Esquisse géologique de la Bohême (1), dont le premier volume, qui porte pour épigraphe : *Turpe est in patria habitare et patriam ignorare*, a été principalement consacré aux environs de Teplitz et de Bilin. L'auteur y traite de la formation crétacée, et en signale les principaux fossiles. Dans le second volume, intitulé : *Essai d'une monographie de la formation crétacée de la Bohême occidentale* (2), le même savant partage cette formation en trois groupes principaux, dont deux sont sous-divisés en un certain nombre d'étages, ou mieux d'assises, de la manière suivante :

I. Quadersandstein supérieur.
II. Pläner.
  1. Calçaire pläner :
    a. Calcaire pläner supérieur.
    b. Calcaire pläner inférieur.
  2. Marne pläner, comprenant :
    a. Bancs de conglomérats.
    b. Couches à Hippurites.
  3. Sable pläner et grès.
III. Quadersandstein inférieur.
  1. Sable vert.
  2. Calcaire gris.
  3. Grès à Exogyres.
  4. Grès gris de Lippenz.
  5. Quadersandstein inférieur.
    On y trouve subordonnées des argiles schisteuses avec des empreintes de plantes.

M. Reuss étudie, dans chacune de ces divisions, l'inclinaison et la direction des couches, leur puissance, puis leurs caractères stratigraphiques, pétrographiques, chimiques et paléontologiques. Il décrit (p. 116) les dépôts crétacés situés entre l'Elbe et la Moldau, et ceux des environs de Weltrus et de Mühlhausen; il donne (p. 138) un tableau de leurs fossiles répartis dans chacune des divisions précédentes, et termine son ouvrage par la description des espèces nouvelles.

---

(1) *Geognostische Skizzen aus Böhmen. Die Umgebungen von Teplitz und Bilin*, etc., in-8 avec carte géol.; Leitmeritz et Teplitz, 1840.

(2) *Die Kreidegebilde des westlichen Böhmens ein Monographischer Versuch*. in-8; Prague, 1844. — Observations sur les rapports géognostiques de la moitié sud du cercle de Königgrätz, surtout relativement à la formation crétacée (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 1).

Ce travail est peu connu, quoique d'un grand intérêt, et si nous n'en donnons pas nous-même une analyse plus détaillée, c'est parce que l'auteur, dans un ouvrage qu'il a publié depuis, a résumé ses premières recherches en y ajoutant les résultats de nouvelles observations. Il a beaucoup augmenté la liste des corps organisés fossiles et modifié sa manière de voir sur les rapports de certaines couches de la Bohême avec celles de l'Angleterre. Nous avons donc préféré puiser ce que nous avons à dire dans cette dernière publication qui doit, mieux que les précédentes, exprimer la pensée de M. Reuss.

Ce savant établit ici (1) quatre étages distincts par leurs caractères pétrographiques comme par leurs fossiles; ce sont de haut en bas : 1° *grès* ou *quadersandstein supérieur ;* 2° *calcaire pläner ;* 3° *marne pläner ;* 4° *grès* ou *quadersandstein inférieur*. Ces quatre divisions se raccordent facilement avec celles de l'ouvrage dont nous venons de parler, lorsqu'on réunit les sables pläner et le grès aux marnes pläner proprement dites, et elles correspondent exactement à celles que M. Geinitz a admises pour la Saxe en 1849.

Grès ou quadersandstein inférieur.

Le grès ou quadersandstein inférieur constitue à lui seul la partie la plus considérable de la formation crétacée du pays. Il règne presque constamment au centre et au nord-est, excepté aux environs de Teplitz et de Bilin, sur le versant du Mittelgebirge où le calcaire pläner recouvre sans intermédiaire les schistes cristallins et les porphyres rouges. La puissance du grès inférieur est aussi très considérable, car dans le district de Leitmeritz elle atteint 487 mètres (2), et il en est de même autour du Schneeberg où nous avons vu le pläner qui le surmonte être couronné lui-même par le grès supérieur. Lorsqu'on se dirige vers le S.-O., cette épaisseur diminue tellement que dans le district de Saatz elle est réduite à quelques mètres. Les caractères pétrographiques de cet étage sont d'ailleurs très variés ; et la diversité des fossiles permettrait, à certains égards, d'y admettre plusieurs sous-divisions reliées entre elles par des caractères communs. M. Reuss décrit les cinq assises que nous

(1) *Die Versteinerungen der Bömischen Kreideformation :* Pétrifications de la formation crétacée de la Bohême, 2e part., p. 115, in-4 avec 51 planches; Stuttgardt, 1845-46.

(2) Nous avons souvent fait remarquer que les géologues allemands ne prenaient point la peine d'indiquer l'espèce de l'unité de mesure qu'ils employaient; aussi devons-nous en excepter M. Reuss, qui spécifie que le pied dont il se sert est le *pied de France*.

avons vues établies dans sa première classification, et que nous étudierons en allant de bas en haut ou en renversant l'ordre du tableau.

1° Le grès, ou quadersandstein inférieur proprement dit, est le type le plus constant partout où existe la base de la formation. Dans le nord-est de la Bohême il constitue une masse considérable, commençant près de Raitza, Tyssa et Königswald, interrompue çà et là par des éruptions basaltiques et phonolitiques, et s'étendant à travers la partie nord des districts de Leitmeritz, de Bunzlau, de Bidscho, jusqu'aux limites orientales de la Bohême. Elle est bordée au nord par le granite de Rumbourg, le grès rouge et la formation houillère de Trautenau, de Nachod, de Braunau, et à l'est par les montagnes de la Moravie et du comté de Glatz. Dans les intervalles, cette première assise se rattache aux sables inférieurs de la Saxe, de Lausitz et des environs de Glatz (1).

Dans la Bohême centrale ce grès occupe une grande partie des districts de Kaurzim, de Chrudim et de Czaslau jusqu'aux montagnes de transition et aux masses granitiques et schisteuses. Il y a en outre une multitude de lambeaux du même grès entourant la masse principale dont ils ont été séparés par d'innombrables soulèvements basaltiques. On l'observe aussi à l'ouest dans le district de Saatz, à l'est sur les schistes de Nesselfleck, district de Königgrätz. Les lambeaux du sud sont ceux de Wildenschwert et de Landskron.

Cette assise inférieure est un grès à ciment argileux, plus ou moins abondant, sans trace de calcaire; il est tantôt blanc, tantôt grisâtre ou jaunâtre, ou bien coloré en jaune et en brun par de l'oxyde de fer. Il est à grain fin ou à gros grains, et, dans les districts de Saatz et de Königgrätz, les premières couches sont un conglomérat avec des fragments de quartz et de schiste cristallin des environs. Lorsque l'argile domine, la roche devient schisteuse, se divise en grands fragments irréguliers, et les fissures sont parfois tapissées de baryte sulfatée. L'assise repose çà et là sur une argile sableuse (Weberschan), ou sur une argile noire schisteuse avec une

---

(1) Outre les cartes géologiques particulières de la Bohême que nous avons citées au commencement de cette section, et celle de la Saxe, par MM. Naumann et Cotta, on peut consulter, pour la distribution générale du pläner et du quadersandstein de ce pays, les cartes générales que nous avons souvent mentionnées, telles que celle de M. de Decheu, celle de la monarchie autrichienne, avec la réduction de J. Scheda, etc. On remarquera, toutefois, que les deux quadersandsteins y sont toujours compris sous la même teinte.

grande quantité de plantes terrestres (Perutz), des bois charbonnés et du minerai de fer brun dans le voisinage du basalte.

Les fossiles sont très irrégulièrement distribués dans cette première assise : ainsi ils manquent dans le conglomérat de la base. Les localités où ils abondent le plus sont : Tyssa, Kreibitz (district de Leitmeritz), Zloseyn (district de Kaurzim), Nesselfleck et Czihak (district de Königgrätz), Pankratz et Habichtstein (district de Bunzlau). Les espèces les plus constantes et les plus caractéristiques de cet horizon sont :

Dentalium glabrum, Gein., *Rostellaria Parkinsoni*, Mant., *R. Reussi*, Gein., *Natica vulgaris*, Reuss, *Turritella granulata*, Sow., *T. alternans*, Roem., *Nerinea longissima*, Reuss, *Protocardia Hillana*, Beyr., *Lucina lenticularis*, Gold., *Nucula porrecta*, Reuss, *Pectunculus umbonatus*, Sow., *Arca glabra*, id., *Pinna decussata*, Gold., *Venus faba*, Sow., *Gervillia solenoides*, Defr., *Inoceramus concentricus*, Park., *I. mytiloides*, Mant., *Pecten versicostatus*, Lam., *P. æquicostatus*, id., *Ostrea macroptera*, Sow., *O. carinata*, Lam., *Exogyra columba*, Gold., *Terebratula alata*, Lam.

D'après cette liste M. Reuss se croit fondé à regarder cette première assise du quadersandstein inférieur comme appartenant au grès vert inférieur de l'Angleterre (*lower green sand*) ; l'analogie, ajoute-t-il, est encore plus évidente si l'on tient compte de quelques autres espèces qui s'y rencontrent moins fréquemment, telles que *Trigonia alæformis*, Park., *Catopygus carinatus*, Ag., *Avellana incrassata*, d'Orb., *Natica canaliculata*, id. ; mais la conclusion n'est nullement admissible. En effet, à l'exception de l'Huître prise pour l'*O. macroptera* et qui même pourrait bien être l'*O. diluviana*, aucune des autres espèces ne se retrouve exclusivement dans le quatrième groupe. Le très petit nombre de celles qui pourraient s'y montrer existe encore soit dans le gault, soit dans le grès vert supérieur, tandis que la plupart des espèces de la liste en question appartiennent certainement à ce dernier étage dont plusieurs d'entre elles doivent être même regardées comme très caractéristiques. C'est également à ce niveau que se rapporte le quadersandstein inférieur du reste de l'Allemagne, et ce qui nous reste à dire à ce sujet le prouvera mieux encore. Les fossiles de Tyssa et de Zloseyn ont une certaine analogie avec ceux des Blackdowns, circonstance qui, d'après ce que l'on a dit (*antè*, vol. IV, p. 99, 100), n'infirme en aucune manière l'horizon assigné dans l'ensemble de la formation à l'assise que nous venons de décrire.

2° Au sud-est du district de Saatz, près de Malnitz, etc., un autre grès, désigné sous le nom de *grès à Exogyres*, recouvre le précédent. Il est d'un jaune clair ou gris verdâtre, à grain plus ou moins fin, rarement friable, ordinairement très solide, à ciment toujours calcaire, souvent à texture cristalline, micacé et rempli de grains verts. Il se divise en dalles d'épaisseur variable, et sa puissance totale moyenne est de 10 à 13 mètres. On l'observe sur divers points, près de Lobkowitz, dans les districts de Rakonitz, de Kaurzim, etc. Vers le haut, la roche passe à un calcaire solide, rempli de fossiles, et entre autres d'Hippurites. Ces divers bancs sont en général peu épais, et les fossiles nombreux sont, pour la plupart, ceux de l'assise précédente. Les plus constants sont :

Rostellaria Parkinsoni, Mant., *Natica vulgaris*, Reuss, *Turritella granulata*, Sow., *Venus faba*, id., *Pecten lævis*, Nils., *P. acuminatus*, Gein., *P. æquicostatus*, Lam., *Lima pseudo-cardium*, Reuss, *L. multicostata*, Gein., *L. plana*, Roem., *L. aspera*, Mant., *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. trapezoidea*, Gein., *Exogyra columba*, Gold., *E. haliotoidea*, Sow., *E. plicata*, Lam., *Terebratula alata*, Lam., *T. hippopus*, Roem.

Ce grès à Exogyres, que M. Reuss rattache avec raison à la première assise, n'appartient pas plus que celle-ci au grès vert inférieur ou groupe néocomien de l'ouest de l'Europe. La *Terebratula hippopus* seule n'a encore été citée que dans la partie la plus élevée de ce groupe.

3° Le grès vert, qui vient au-dessus à Draomischel, Malnitz et Tuchorzitz, repose ailleurs sur l'assise n° 1. Il est divisé en dalles épaisses et assez régulières. Il est à grain fin ou à grain moyen, plus souvent solide que friable, très rarement calcarifère, mais micacé, renfermant de gros grains de quartz fréquemment colorés, et des grains verts plus ou moins abondants. Les fossiles nombreux sont particulièrement :

Nautilus elegans, Sow., *Ammonites rhotomagensis*, Defr., *Pleurotomaria secans*, d'Arch., *Cardium pustulosum*, Munst., *Protocardia Hillana*, Beyr., *Lucina lenticularis*, Gold., *Pectunculus lens*, Nils., *P. brevirostris*, Sow., *Arca glabra*, id., *Panopæa gurgitis*, Brongn., *Perna cretacea*, Reuss; *Lima pseudo-cardium*, Reuss, *L. multicostata*, Gein.

Ce grès vert se rattache intimement à la première assise par la fréquence de certaines espèces (*Protocardium Hillanum*, *Lucina lenticularis*, *Arca glabra*, *Lima pseudo-cardium*, *L. multicostata*).

Certains Pectoncles (*P. lens* et *brevirostris*) remplacent d'autres espèces du même genre ou les y représentent. La *Lima lenticularis* y acquiert son maximum de développement. Les poissons (*Otodus appendiculatus*, *Corax heterodon* et *Ptychodus latissimus*) s'y trouvent pour la première fois, et il en est de même des Nautiles et des Ammonites. La *Perna cretacea* et le *Pleurotomaria secans* s'y montrent exclusivement et sont très répandus.

Ce qu'on vient de dire relativement aux céphalopodes de ce pays est exactement ce que nous avons observé dans le bassin de la Loire et le sud-ouest de la France, où les couches les plus basses ne renferment ni Nautiles, ni Ammonites. Nous aurons d'ailleurs beaucoup d'autres analogies à signaler entre les localités où il n'existe que les groupes supérieurs de la formation.

4° Le grès vert supporte fréquemment le grès du pläner. C'est la modification ou le *facies* sous lequel le quadersandstein inférieur se présente le plus ordinairement. Ainsi il ne manque jamais dans le sud des districts de Leitmeritz, Bunzlau, Bitschow, Saatz, Rakonitz, Kaursim, Chrudim, Czaslau, Königgrätz, etc., partout où existe la craie. Son épaisseur varie de 6 à 50 mètres. Ses caractères pétrographiques sont constants. C'est un grès qui se divise en plaques irrégulières, dures, ou peu solides, minces, jaune clair ou gris bleuâtre, renfermant 10 à 16 p. 100 de carbonate de chaux, et constituant une roche sableuse, à grain très fin avec beaucoup de mica blanc çà et là, des nodules très solides de calcaire cristallin, des rognons de fer sulfuré, des grains verts et quelques grains de quartz.

Dans la moitié sud du district de Königgrätz et dans le district voisin la roche prend un aspect différent; c'est une marne calcaire, sablonneuse, solide, grise, où les fossiles sont peu nombreux, excepté l'*Inoceramus mytiloides*. M. Reuss, convaincu que les marnes du pläner qui sont plus haut dans la série, représentent le gault, met encore ces couches dans le groupe inférieur. Les fossiles les plus répandus sont *Klytia Leachii*, Reuss, *Nautilus simplex*, Sow., *N. elegans*, id., *Ammonites peramplus*, id., *A. rhotomagensis*, Defr., *Pinna decussata*, Gold., *Avicula anomala*, Sow., *Inoceramus mytiloides*, Mant., *Pecten divaricatus*, Reuss, *P. Dujardini*, Roem., *Lima pseudo-cardium*, Reuss, *L. multicostata*, Gein., *Exogyra columba*, Gold.; *Terebratula alata*, Lam., fossiles qui, s'ils justifient très bien la relation intime de cette assise avec les précédentes, éloignent toute idée de placer cet ensemble de couches au-dessous du gault. En outre le plus grand nombre des espèces que l'auteur

y connaît se retrouvent dans l'assise la plus basse (n° 1), mais pour la première fois apparaît le *Klytia Leachii*, des poissons cténoïdes (*Beryx Zippei*, Ag.) et des cycloïdes (*Halec Sternbergii*, id).

5° Les couches à Hippurites, d'abord rattachées par l'auteur au calcaire pläner, constituent la cinquième assise du quadersandstein inférieur. Ce sont des grès reposant tantôt sur les schistes micacés, tantôt sur le gneiss, sur les schistes argileux, sur les diorites, sur un grès à Exogyres, ou dont le *substratum* n'est pas encore connu. Ils sont toujours plus ou moins calcarifères, d'un aspect variable, à ciment argileux, peu solides ou durs. Ils sont quelquefois poreux et renferment de gros grains cristallins, puis vers le bas le mica et les grains de quartz dominent. On y observe des veines de calcaire spathique, des fragments de quartz avec tourmaline, des cristaux de baryte dans les fentes, mais rarement du fer sulfuré. Le calcaire à Hippurites forme ordinairement des bancs épais ; il est rarement en dalles minces. Les fossiles sont très abondants près de Kutschlin, Hollubitz et surtout à Koriczan où ils ont conservé leur test. Ils sont d'ailleurs assez différents sur les divers points où l'on observe cette assise.

Ainsi, à Kutschlin, M. Reuss cite :

Pterocera gigantea, Reuss, *Natica nodosa*, Gein., *N. dichotoma*, id., *Cardium alternans*, Reuss, *Lima æquicostata*, Gein., *L. aspera*, Mant., *Spondylus striatus*, Gold., *Ostrea diluviana*, Linn., *O. operculata*, Reuss, *Terebratula gallina*, Brong., *T. latissima*, Sow., *Hippurites undulatus*, Gein., *H. Germari*, id., *H. ellipticus*, id., *H. falcatus*, Reuss, *H.* n. sp.; tandis qu'à Koriczan on rencontre : *Patella campanulata*, Reuss., *Rostellaria Parkinsoni*, Mant., *Trochus Geinitzii*, Reuss, *T. pseudo-helix*, id., *Turbo Astierianus*, d'Orb., *Natica vulgaris*, Reuss., *N. notata*, id., *Pyramidella carinata*, id., *Nerinea longissima*, id., *Arca inclinata*, id., *Mytilus Galliennei*, d'Orb., *M. edentulus*, Sow., *Perna lanceolata*, Gein., *Pecten acuminatus*, id., *Lima amygdaloides*, Reuss, *L. plana*, Roem., *L. aspera*, Mant., *Ostrea trapezoidea*, Gein., *Exogyra haliotoidea*, Sow., *Anthophyllum explanatum*, Roem.

Si, des espèces de cette assise on en déduit 21 qui sont propres au pays, il en reste 19 qui donnent lieu aux remarques suivantes de la part de l'auteur : 8 espèces (*Nerinea longissima*, *Mytilus Galliennei*, *Perna lanceolata*, *Pecten acuminatus*, *Lima plana*, *Exogyra columba*, *Pecten æquicostatus*, *Ostrea trapezoidea*) ne se sont encore trouvées en Bohême que dans les assises inférieures du quadersandstein ; 1 (*Hippurites Saxoniæ*) existe dans le quadersandstein inférieur de la Saxe ; 5 (*Lima aspera*, *Spondylus stria-*

tus, *Ostrea diluviana*, *Terebratula rostrata*, *Exogyra haliotoidea*) ne sont fréquentes que dans le quadersandstein inférieur; rares dans le conglomérat, dont la position est douteuse, elles manquent dans les calcaires supérieurs; 2 (*Terebratula gallina* et *latissima*) se montrent seulement dans le calcaire pläner inférieur. Ainsi, il n'y aurait que 3 espèces (*Rostellaria Parkinsoni*, *Natica vulgaris* et *Cidaris vesiculosus*) qui, se trouvant dans toute la série, d'après M. Reuss, ne peuvent s'opposer à la réunion du calcaire à Hippurites avec les autres assises du quadersandstein inférieur.

Marne du pläner. (P. 119.)

L'auteur ne mentionne plus ici le grès du pläner qui recouvrait l'assise précédente, et passe tout de suite à la description des marnes du pläner, lesquelles, placées au-dessus, formaient, dans sa précédente classification, la seconde sous-division de l'étage du pläner considéré dans son ensemble. On a vu cependant tout à l'heure qu'il admettait encore la présence de ce même grès au-dessus des calcaires à Hippurites. Quoi qu'il en soit, les marnes pläner, qui ont des caractères pétrographiques constants, forment en Bohême un horizon nettement séparé de l'étage précédent, mais se rattachant, au contraire, au calcaire pläner qui les recouvre et auquel elles passent graduellement. On les observe presque partout dans les portions ouest et sud du district de Leitmeritz, soit à la surface du sol, soit en partie masquées par le calcaire pläner ou par des dépôts tertiaires; elles s'étendent ensuite vers le nord aux environs de Grabern, de Kreibitz, etc. Dans la partie sud-ouest du district de Saatz elles suivent les bords de l'Eger; dans celui de Rakonitz elles se montrent seulement par places, et dans ceux de Bunzlau et de Bidschow elles manquent tout à fait. La puissance de ces marnes qui atteignent jusqu'à 36 mètres est quelquefois réduite à moins de 1 mètre.

Les marnes calcaires et argileuses sont douces au toucher, rarement solides, d'un gris foncé, bleuâtre ou gris jaunâtre, divisées en dalles minces, quelquefois schistoïdes et se délitant à l'air. Sur quelques points elles sont glauconieuses, sablonneuses et renferment des pyrites de fer, soit en nodules, soit disséminées dans la masse, ainsi que des cristaux de gypse. Les localités où les fossiles à l'état de moules sont le plus abondants sont: Luschitz, Priesen, Postelberg et Johnsbach. Les plus répandus, indépendamment des foraminifères et des Cythérines, sont:

Dentalium medium, Sow., *Cerithium trimonile*, Mich., *Fasciolaria Roemeri*, Reuss, *Rostellaria Parkinsoni*, Mant., *R. Reussii*, Gein., *R. calcarata*, Sow., *Solarium decemcostatum*, de Buch.,

Turbo concinnus, Roem., *Pleurotomaria sublævis*, Gein., *Littorina rotundata*, Sow., *Natica vulgaris*, Reuss, *Cardita tenuicosta*, d'Orb., *Nucula pectinata*, Sow., *N. semilunaris*, de Buch, *N. producta*, Nils., *Arca undulata*, Reuss, *A. striatula*, id., *Tellina concentrica*, id., *Venus laminosa*, id., *Inoceramus Brongniarti*, Mant., *I. concentricus*, Park., *I. planus*, Munst., *Pecten Nilssoni*, Gold., *Ostrea proteus*, Reuss, *Turbinolia conulus*, Phill,

M. Reuss avait d'abord rapporté ces marnes au calcaire pläner, et les avait regardées comme représentant la craie marneuse grise de l'Angleterre ; mais en revenant sur cette opinion, à la suite de nouvelles études, il fait remarquer qu'on y trouve 47 espèces de gastéropodes, dont 23 sont très répandues, tandis que le calcaire pläner ne lui en a offert que 20 toujours assez rares. Dans les marnes manquent les Ammonites de la section des *ligati* et des *rhotomagense*, puis les grands Nautiles, les Limes, les Spondyles. En outre, tous les fossiles sont de petites dimensions, même les Ammonites, lesquelles appartiennent aux sections des *flexuosi* et des *fimbriati*. Les formes des autres coquilles se rapprocheraient des types tertiaires ; ce sont les genres Arche, Pectoncle, Troque, *Turbo*, Littorine, Cadran, Fuseau, Natice, etc., dont on trouve à peine quelque représentant dans les calcaires au-dessus. Les dents de Squales, fréquentes dans ces derniers, sont rares au contraire dans les marnes, et les polypiers y manquent tout à fait.

Des 25 espèces précédentes qui sont les plus répandues, 8 ne sont encore connues qu'en Bohême, ou sont très rares sur les limites voisines de la Saxe ; des 17 autres, 10 seraient très constantes, suivant M. Reuss, dans le gault de la France et de l'Angleterre, y étant communes à ces deux pays et 3 exclusivement de France. Si l'on ajoute à ces rapports qu'il existe encore d'autres espèces rares dans les marnes pläner, mais fréquentes dans le gault des pays que nous venons de citer et dans l'argile de Speeton (*Dentalium ellipticum*, *Trochus Basteroti*, *Nautilus inæqualis*, *Hamites rotundus*, *H. attenuatus*, *H. armatus*, *Pholadomya decussata*, *Nucula ovata*, *Plicatula pectinoides*, *Terebratula striatula*, etc., et enfin la ressemblance des caractères pétrographiques, on aurait, d'après l'auteur, des preuves suffisantes que ces marnes représentent réellement le gault. Ce que nous avons dit de la localité de Walkmüle, près de Pirna (Saxe), indiquerait aussi sur ce point un équivalent du même groupe; de sorte que pour M. Reuss la présence du gault dans l'Allemagne centrale ne serait pas douteuse.

On conçoit, en effet, qu'en mettant les diverses assises du quadersandstein inférieur au niveau du quatrième groupe (groupe néocomien ou du grès vert inférieur, *lower green sand*), il était naturel de regarder les marnes pläner qui les recouvrent comme représentant le troisième ; mais nous verrons que ce rapprochement n'a point été admis par les autres géologues qui ont aussi étudié ce pays. On pouvait d'ailleurs le repousser en quelque sorte *à priori*, puisque la faune du quadersandstein inférieur ne rappelle réellement qu'un de ces horizons complexes de la base du second groupe, tel que nous l'avons décrit dans le bassin de la Loire et sur les pentes opposées de l'ancien golfe crétacé de la Gascogne, en France et en Espagne.

D'un autre côté, nous ferons observer que des 10 espèces signalées comme constantes dans le gault, il n'y en a en réalité que 3 qui appartiennent exclusivement à ce groupe ; les autres se trouvent dans les Blackdowns, localité dont les caractères paléontologiques sont complexes, et dont on ne peut absolument rien déduire dans la question qui nous occupe. Pour les autres espèces citées précédemment, il n'y a encore que le *Dentalium ellipticum*, les *Hamites rotundus* et *attenuatus*, et la *Nucula ovata* qui soient propres au gault. Le *Trochus Basteroti*, la *Pholadomya decussata* sont de la craie tuffeau et de la craie blanche sans silex ; le *Nautilus inæqualis* est une mauvaise espèce aussi de la craie tuffeau ; le *Hamites armatus* est commun aux deuxième et troisième étages ; la *Plicatula pectinoides* se trouve également au-dessus et au-dessous du gault, et la *Terebratula striatula* est du grès vert supérieur ou base du second groupe.

En résumé, l'opinion de M. Reuss, si l'on suppose que les espèces aient été toutes rigoureusement déterminées, ce qui est peut-être assez difficile pour des moules, ne serait appuyée que sur la présence de 7 ou de 9 espèces au plus. Or, ces chiffres ne peuvent balancer ceux que donneraient les assises du quadersandstein inférieur, si l'on comparait leurs fossiles avec ceux du groupe si compliqué de la craie tuffeau. L'analogie, dans ce dernier cas, est si frappante, qu'il faudrait, pour admettre que le gault existe en Bohême, supposer que la faune qui l'a précédé dans ce pays est la même que celle qui l'a suivi, surtout dans la partie de l'Europe occidentale où il manque. Ces marnes du pläner ne semblent donc être autre chose qu'une de ces modifications avec lesquelles le second groupe nous a depuis longtemps familiarisés, et pendant le dépôt de laquelle auront persisté dans cette partie de l'Allemagne un petit nombre

d'espèces du gault de l'ouest. Peut-être pourrait-on objecter que ces mêmes espèces auraient dû à plus forte raison se représenter dans le quadersandstein. C'est une question sur laquelle nous reviendrons un peu plus loin.

Calcaire pläner.

Le calcaire pläner est divisé en supérieur et inférieur, moins à cause de ses caractères pétrographiques que par suite de la distribution des fossiles. L'assise supérieure est la plus importante à considérer par son étendue en surface et par son épaisseur. La roche est de teintes très variées, blanc jaunâtre ou grisâtre, gris clair, jaune, bleue et gris foncé. Quelquefois le calcaire est cristallin. Généralement c'est un calcaire marneux, solide, à grains verts assez rares, devenant parfois sablonneux. Il se divise en dalles minces, prend une structure schistoïde et se délite à l'air. Le calcaire spathique s'y trouve en veines, en plaques ou en nodules. Le fer sulfuré y affecte cette dernière forme et l'on y trouve aussi quelques lamelles de gypse, des hornsteins et des fragments de bois charbonnés.

Le calcaire pläner se montre surtout dans la partie occidentale du district de Leitmeritz qu'il aurait occupé en totalité avant sa destruction partielle. En outre les nombreuses éruptions basaltiques et phonolitiques ont encore contribué à interrompre son ancienne continuité, de sorte qu'il n'offre aujourd'hui que des lambeaux isolés plus ou moins étendus; on ne l'observe que sur une fort petite surface dans le district de Saatz, et il manque tout à fait dans la partie nord-est de celui de Leitmeritz. Il est très rare aussi dans le district de Bunslau, au pied du Pösig, et, dans ceux de Königgrätz, de Chrudim, de Czaslau et de Kaurzim, il n'a pas été rencontré. Le calcaire pläner de l'assise supérieure renferme beaucoup de fossiles à Kutschlin, Brozan, Trziblitz (1), etc., fossiles que l'on peut comparer à ceux que nous avons mentionnés dans le calcaire pläner de Strehlen, près Dresde. Les plus caractéristiques sont :

Ptychodus latissimus, Ag., *Corax heterodon*, Reuss, *Otodus appendiculatus*, Ag., *Oxyrrhina Mantellii*, id., *Klytia Leachii*, Reuss, *Nautilus elegans*, Sow., *Ammonites peramplus*, id., *A. Mantelli*, id., *Scaphites æqualis*, id., *Pleurotomaria linearis*, Mant., *Cardium alutaceum*, Munst., *Arca Roemeri*, Gein., *Inoceramus Brongniarti*, Park., *I. Cuvieri*, Sow., *I. striatus*, Mant.,

---

(1) Sur les coquilles crétacées du dépôt grenatifère de Trziblitz, par de Buch (*Arch. f. Miner. von Karsten*, vol. XI, p. 315; 1838).

I. latus, id., *Lima Hoperi*, id., *Spondylus spinosus*, Gold., *Terebratula plicatilis*, Sow., *T. pisum*, id., *T. octoplicata*, id., *T. Mantelliana*, id., *T. striata*, Mant., *T. gracilis*, Schloth., *T. carnea*, Sow., *T. semiglobosa*, id., *Micraster cor-anguinum*, Ag., *Scyphia angustata*, Roem., *S. radiata*, Reuss, *Tragos globularis*, id.

Se fondant sur la répartition des fossiles de la craie du Sussex donnée par Mantell, répartition que nous n'avons pu adopter (*antè*, vol. IV, p. 32), M. Reuss voit dans cette association d'espèces le représentant de la craie grise marneuse (*grey chalk marl*) et de la craie blanche ; mais nous n'y trouvons que l'équivalent probable du premier étage de la craie tuffeau, ou craie inférieure (*lower chalk*) du Kent, du Sussex, etc., telle que nous l'avons caractérisée à l'ouest. Quelques unes des espèces que nous venons de citer remonteraient cependant ici un peu plus haut qu'en Angleterre et en France, et l'on peut s'étonner que l'*Inoceramus mytiloides*, si constant dans le premier étage de ces derniers pays, se rencontre beaucoup plus bas dans celui-ci, c'est-à-dire dans l'étage inférieur du groupe, avec plusieurs espèces exclusivement propres à ce dernier.

Si d'ailleurs on compare cette liste des fossiles les plus abondants du calcaire pläner avec ceux du quadersandstein inférieur, on est frappé d'une analogie telle dans les principales espèces, qu'on ne comprendrait pas que ces deux étages eussent pu être séparés dans le temps par le dépôt du gault. Dans l'ouest de l'Europe, où le deuxième, le troisième et le quatrième groupe existent simultanément, aucune analogie pareille ne s'observe entre le deuxième et le quatrième. Aussi, pour que M. Cotta (1) ait confondu le calcaire et les marnes du pläner avec le gault, ou qu'il les ait regardés comme représentant ce groupe, il faut que ce savant ait donné une interprétation inexacte de la présence de certaines espèces, et qu'il ait admis en outre la présence d'autres qui n'y existent pas, telles que le *Belemnites minimus*. M. Reuss, tout en critiquant avec raison le savant professeur de Freiberg, n'en est pas moins tombé lui-même dans une autre erreur qu'ont rejetée plusieurs géologues, celle de comparer au gault les marnes seulement, et cela en adoptant néanmoins leur manière de voir pour le véritable niveau du calcaire pläner.

Quant à l'assise inférieure de celui-ci, elle ne constitue pas de masses continues fort étendues. Ce sont des dépôts locaux avec

(1) *Grundiss der Geognosie und Geologie*, 1846, p. 69.

des caractères pétrographiques et des fossiles différents des précédents (*Nautilus simplex*, Sow., *Ammonites rhotomagensis*, Defr., *Natica vulgaris*, Reuss, *Turritella multistriata*, id., *Cardium intermedium*, id., *Arca Roemeri*, Gein., *Pecten membranaceus*, Nils., *Lima elongata*, Sow., *Exogyra lateralis*, Reuss). Plusieurs de ces espèces sont très caractéristiques du quadersandstein inférieur, et d'autres relient cette même assise aux marnes sous-jacentes avec lesquelles l'auteur convient qu'elles se fondent insensiblement, de sorte qu'il y aurait ainsi un passage zoologique de ces marnes au quadersandstein inférieur et par conséquent depuis le bas jusqu'en haut de toute la série. Or rien de semblable ne s'observe dans l'ouest de l'Europe où les groupes et souvent même les étages ont des caractères indépendants et tellement particuliers qu'on ne peut les méconnaître, ni les confondre, comme ici, soit avec ce qui est dessus, soit avec ce qui est dessous.

A Laun, près de l'Eger, les caractères de l'assise sont ceux du calcaire pläner inférieur de Kosstitz, où se trouvent le *Macropoma Mantelli*, Ag., la *Terebratula gracilis*, Schloth., des Cythérines, des foraminifères, etc., communs aux marnes sous-jacentes. A Schillingen, près de Bilin, le même dépôt est jaunâtre ou plus marneux, et repose sans intermédiaire tantôt sur les schistes cristallins, tantôt sur le gneiss. Les Huîtres, les Exogyres, les Amorphozoaires y sont fort abondants et manquent dans les autres assises crétacées de la Bohême. Près de Teplitz, la roche plus argileuse repose sur des conglomérats, et ceux-ci sur des porphyres. Les fossiles sont les mêmes que ceux de Bilin, mais les foraminifères sont plus nombreux, ainsi que les poissons (*Otodus*, *Lamna*, *Acrodus*, *Hybodus*, *Squatina*, *Gomphonus*, *Notidanus*, etc.).

Malgré ce qu'on vient de dire, ces divers dépôts, suivant M. Reuss, se distingueraient facilement du calcaire pläner supérieur et des marnes sous-jacentes. Quant au conglomérat, ses teintes sont assez variées, et il repose constamment sur les roches cristallines feldspathiques, dont il renferme beaucoup de fragments. On y trouve toujours disséminés des grains verts et du mica ; les premiers accumulés par places et enveloppant des fragments de quartz, de gneiss et de porphyre (Kutschlin). L'auteur y signale :

Terebratula rostrata, Sow., *Lima aspera*, Mant., *Ostrea diluviana*, Linn., *Nerinea Geinitzi*, Gold., *Caprina laminea*, Gein., *Astræa parallela*, Reuss, *Harmodites cretaceus*, id. ; puis à Schillingen, *Cidaris clavigera*, Kön., *Ostrea diluviana? Exogyra aquila*, Gold.,

E. sigmoidea, Reuss, *Spondylus lineatus*, Gold. Au pied du Borsen, ce sont des dents de Pycnodontes, d'*Oxyrrhina angustidens*, Reuss, d'*Odontaspis raphiodon*, Ag., de *Pycnodus mamillaris*, id., de *P. complanatus*, id., de *P. scrobiculatus*, Reuss, et de *Psyllodus cretaceus*, id., puis les *Siphonia heterostoma* et *biseriata*, Reuss. Près de Teplitz et de Janegg, on cite des dents d'*Otodus appendiculatus*, des baguettes de *Cidaris*, le *Micraster cor-anguinum*, Ag., la *Lima Reichenbachi*, Gein., le *Pleurotomaria gigantea*, Sow.

Ces fossiles, qui s'accordent avec ceux du pläner inférieur, peuvent représenter, comme on l'a dit, avec ceux du pläner supérieur, la craie grise marneuse. M. Roemer et M. Geinitz avaient mis en parallèle le pläner inférieur et le conglomérat d'Oberau et de Plauen (Saxe) avec le grès vert supérieur : mais M. Reuss fait remarquer avec raison que les fossiles de la Bohême s'opposent à ce rapprochement, opinion d'autant plus fondée que, suivant nous, c'est le quadersandstein inférieur qui correspondrait au grès vert supérieur.

Quadersandstein supérieur.

Les couches que nous avons désignées sous le nom de quadersandstein supérieur, dans le midi de la Saxe, reposeraient, dans le nord de la Bohême, sur l'inférieur, sans l'intermédiaire des diverses assises du pläner. Ce sont des grès fort épais aussi, mais peu distincts minéralogiquement de ceux qu'ils recouvrent. Ils sont solides, à grain fin, ayant à la base un grès calcaire ou marneux en dalles minces. La vraie relation de ces grès avec les autres dépôts crétacés paraît être encore fort obscure, si ce n'est dans la coupe de Pirna au Schneeberg, où l'on a vu le pläner s'interposer entre les deux grès.

Les fossiles des grès calcaires ou marneux en dalles sont : *Terebratula alata*, Lam., *Ostrea diluviana*, Linn., *O. hippopodium*, Nils., *Exogyra lateralis*, Reuss, *E. plicata* (*Gryphæa*, id., Lam.), *Pecten lævis*, Nils., *P. quadricostatus*, Sow., *P. quinquecostatus*, id., *P. membranaceus*, Nils., *Lima pseudocardium*, Reuss, *Cyprina oblonga*, d'Orb., et *Nucula porrecta*, espèces qui, à une seule exception près (*Cyprina oblonga*), se retrouvent dans le quadersandstein inférieur, où elles sont pour la plupart très répandues. Remarquons que cette exception, la *C. oblonga*, est encore dans l'ouest de l'Europe une coquille propre aux couches sur l'horizon desquelles nous plaçons le quadersandstein inférieur. Ainsi, ces dépôts ne peuvent servir à classer le quadersandstein supérieur, dont ils formeraient la base.

A en juger par les fossiles, les marnes sableuses vertes de Kieslingswalda sont des grès inférieurs, et quant à ceux que cite M. Reuss

dans le supérieur, où ils seraient d'ailleurs assez rares (*Terebratula alata*, *T. octoplicata ; Ostrea macroptera*, *Exogyra columba*, *Pecten versicostatus*, *P. asper*, *Lima multicostata*, *Inoceramus mytiloides*, *I. Cripsii*, *Pinna tetragona*, *Cidaris vesiculosus*), et qui se représentent dans le grès inférieur, ils nous portent à supposer quelque erreur dans la détermination stratigraphique des gisements où ces espèces ont été trouvées, car, ainsi qu'on l'a déjà dit, on ne comprendrait pas qu'après un laps de temps aussi considérable que celui qui a dû s'écouler entre le dépôt du grès inférieur et celui du supérieur, laps représenté par tout cet étage du pläner que nous venons d'étudier, et dont la faune est sensiblement différente, malgré la présence de certains types généraux, on ne comprendrait pas, disons-nous, qu'il se fût reproduit des grès semblables à ceux du quadersandstein inférieur, et caractérisés par la même faune.

Nous ne pouvons tenir compte non plus de l'opinion qui attribue ces ressemblances et ces différences à des changements alternatifs dans les niveaux, ni de celle de M. Cotta, qui rapporte le quadersandstein supérieur au grès vert supérieur. Il en est encore de même du parallélisme supposé de ce dernier avec la craie blanche, fondé sur les fossiles que cite M. Ad. Roemer, et qui, pour la plupart, n'ont jamais été trouvés dans celle-ci (*Pecten asper*, *P. quinquecostatus*, *Terebratula alata*, *Inoceramus mytiloides*, *I. Cripsii*, etc.). Si, par les superpositions directes dont nous avons parlé sur la rive gauche de l'Elbe, entre Tetschen et Pirna, l'existence d'un grès supérieur au-dessus du pläner est incontestable, disons que, partout ailleurs où l'on a cru la constater par les fossiles, cette existence est plus que douteuse, et tout porte à croire qu'on a pris pour lui quelques dépendances du quadersandstein inférieur.

Paléontologie.

Le résumé paléontologique que donne ensuite M. Reuss, de son grand travail sur la formation crétacée de la Bohême, montre que sur un total de 776 espèces qu'il a déterminées, le calcaire pläner inférieur s'est montré le plus riche, puisqu'il en renferme 325, et le calcaire pläner supérieur 158. Les marnes pläner que nous ne pouvons pas rapporter au gault, comme le fait l'auteur, en comprennent 304, le quadersandstein inférieur 262, et le supérieur 10 seulement.

Dans la liste générale, les mollusques acéphales sont représentés par 267 espèces ; les gastéropodes par 122 ; les céphalopodes par 25 ; les polypiers par 117 ; les foraminifères par 113 ; les poissons par 61 ; les crustacés, peu nombreux, par 29, dont 6 décapodes et

17 entomostracés; les radiaires par 21. Les plantes sont en petite quantité ; 26 espèces seulement ont été déterminées.

Les débris de poissons sont très répandus dans le calcaire plãner, surtout dans l'assise inférieure. Les marnes plãner et le quadersandstein inférieur ne renferment que des dents de Squales ; le supérieur en est complétement dépourvu. Les crustacés sont rares, excepté le *Klytia Leachii* parmi les décapodes, et les Cythérines dans les marnes plãner. Les cirrhipèdes sont peu communs ; on en connaît deux dans le calcaire plãner, où se voient également quelques annélides. Les céphalopodes sont peu abondants, à l'exception du *Nautilus elegans*, de l'*Ammonites rhotomagensis*, de l'*A. peramplus* et du *Scaphites æqualis*, espèces qui, précisément dans l'ouest de l'Europe, appartiennent exclusivement au groupe de la craie tuffeau. Les Bélemnites sont très rares, et le *B. mucronatus* manque tout à fait.

Les gastéropodes, rares dans le calcaire plãner, sont plus fréquents dans les marnes, surtout les genres *Cerithium*, *Rostellaria*, *Trochus*, *Natica* et *Dentalium*. Leur nombre est à peu près le même dans le quadersandstein inférieur, où les conchifères sont aussi fort abondants, particulièrement les genres *Pecten*, *Arca*, *Lucina*, *Cardium*, *Trigonia*, *Mya*, *Tellina*, *Cytherea*, *Spondylus*. Les *Anatina* et les *Pseudocardium* appartiennent exclusivement à cet étage. Les *Nucula* et les *Arca* sont plus développées dans les marnes plãner, de même que les ostracées dans l'assise inférieure du calcaire plãner.

On peut dire, en général, que les restes de radiaires sont moins nombreux dans la craie de Bohême que dans celle des autres pays. Sur un total de 21 espèces, il y a 17 échinodermes, dont 2 seulement sont très répandus. On ne rencontre çà et là que quelques traces isolées de stellérides et de crinoïdes. Les polypiers, plus variés, ont présenté 117 espèces. Parmi eux dominent les bryozoaires et les amorphozoaires. Ils appartiennent surtout à l'assise inférieure du calcaire plãner, où l'on compte 93 espèces. Dans les marnes au-dessous, il n'y en a que quelques traces ; et dans le grès inférieur il y a 13 espèces, dont 7 anthozoaires.

Dans l'ouvrage qu'il publia en 1844, M. Reuss n'avait cité que 44 espèces de foraminifères ; dans celui-ci il en compte 113, nombre qui devra être sans doute beaucoup augmenté par la suite et sur lequel il y a 51 stichostègues, 48 hélicostègues, 14 enallostègues. Ces corps abondent surtout dans les marnes plãner, où l'on

en compte près de 100 espèces ; 13 sont de l'assise supérieure du calcaire pläner, et 40 de l'inférieure. Le quadersandstein inférieur n'en a encore offert que 2 même fort rares (*Cristellaria rotulata* et *Flabellina cordata*). Les 26 espèces de végétaux sont, pour la plupart, du quadersandstein inférieur ; 3 sont des marnes au-dessus, et 1 du calcaire pläner.

Enfin les chiffres suivants montrent les rapports des espèces communes et des espèces propres à chaque étage. Le quadersandstein supérieur, sur 10 espèces, n'en renferme aucune qui lui soit particulière; 4 se retrouvent dans le calcaire pläner supérieur, 3 dans l'inférieur, 2 dans les marnes du pläner, et 9 dans le quadersandstein inférieur.

Des 158 du calcaire pläner supérieur, 40 lui sont propres, 85 se représentent dans le calcaire pläner inférieur, 65 dans les marnes, et 49 dans le quadersandstein inférieur.

Des 325 du calcaire pläner inférieur, 170 lui appartiennent exclusivement, 91 se retrouvent dans les marnes sous-jacentes et 69 dans le quadersandstein inférieur. Les marnes pläner renferment 304 espèces, dont 180 leur sont propres, et 48 descendent dans le quadersandstein inférieur. Des 262 de ce dernier étage, 149 s'y trouvent exclusivement. Enfin des 776 espèces de la formation crétacée de la Bohême, 539 ou deux tiers sont propres à un seul des termes de la série, et 237 ou un tiers sont communes à plusieurs de ces termes.

On voit que ceux-ci peuvent être regardés comme suffisamment liés entre eux pour ne constituer qu'un seul et même groupe géologique, et ce groupe, ainsi que nous l'avons déjà dit pour les couches crétacées de la Saxe, dont celles de la Bohême ne sont que la continuation au S. et au S.-E., correspond seulement au second groupe de la formation, celui de la craie tuffeau, tel que nous l'avons limité dans l'ouest de l'Europe. Nous faisons nécessairement abstraction ici des dépôts désignés sous le nom de quadersandstein supérieur, dont les 9/10 des espèces étant du grès inférieur doivent faire supposer quelques erreurs, ou du moins une très grande incertitude quant à son âge.

Mémoire de M. C. Röminger. — Environs de Postelberg.

Prenant pour type la formation crétacée des environs de Postelberg, où la succession des couches est mise bien en évidence, M. C. Röminger (1) a modifié les divisions proposées par M. Reuss,

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Böhmischen Kreide* (*Neu. Jahrb.*,

et admet de bas en haut: 1° quadersandstein inférieur; 2° pierre à bâtir jaune ou grès pläner, et grès gris de Lippenz de M. Reuss; 3° grès à Exogyres; 4° grès vert; 5° pläner inférieur et supérieur; 6° argile à Baculites ou marne pläner de M. Reuss.

Le quadersandstein inférieur est ici un grès à gros grain, peu solide, blanchâtre, très micacé, rarement employé dans les constructions. Près de Lippenz, il commence par une argile micacée avec des traces charbonneuses, à laquelle succède un grès jaunâtre, peu solide, d'un grain variable, et dont l'épaisseur est de 12 à 14 mètres. Des lits d'argile séparent les bancs de grès que surmontent un sable de teinte foncée, une argile micacée et un calcaire sablonneux en plaques, qui passe sous les dépôts tertiaires lacustres. Au point où la rivière tourne vers le N., l'argile sableuse micacée alterne avec des grès, et des argiles noires sont remplies de feuilles de dicotylédones. Une couche solide qui est au-dessus sert de base au grès à Exogyres. Près de Weberschan un grès gris, micacé, poreux, est recouvert par une argile bleue micacée, qui alterne avec un grès plus solide; le tout ayant une épaisseur de 10 mètres et davantage.

Après avoir décrit plusieurs autres localités, l'auteur fait remarquer que cette partie inférieure de la craie renferme peu de coquilles, mais une grande quantité de débris de plantes. Les argiles micacées contiennent aussi peu de traces d'animaux qui soient déterminables.

La pierre jaune à bâtir, ou le grès pläner et le grès gris de M. Reuss, se voit près de Weberschan et de Hradek; elle recouvre partout les assises précédentes, excepté dans le petit district occupé par le grès vert et le grès à Exogyres, et où la relation, si nette près de Lippenz, est cependant assez obscure. A Hassina-Mühle, on y rencontre la *Terebratula alata* et l'*Exogyra columba*. Sur d'autres points, le sable vert passe à un grès à Exogyres qui forme une muraille rocheuse de 6 à 7 mètres de hauteur, et l'on atteint des carrières de grès pläner exploité, où une argile micacée recouvre aussi le quadersandstein. Sur les bords de la Mühlbach on peut suivre les couches charbonneuses jusqu'au grès pläner, qui ne tarde pas à présenter des Exogyres. Dans les coteaux, entre Lippenz et Laun, les relations sont moins précises, et le grès vert qui se relève

---

1847, p. 644). — Voyez aussi *Beobachtungen ueber das Alt. d. Karpathensandst. u. d. Wien. sandst.* (ib., p. 778).

sur les pentes est recouvert d'assises moins vertes, remplies de *Cucullæa glabra*, *Lima multicostata*, *Ammonites rhotomagensis*, *A. peramplus*, etc. On atteint vers le haut le grès jaune, ou pierre à bâtir, qui près de Trziblitz est surmonté de bancs calcaires verts avec *Exogyra columba*, *Terebratula alata*, *Lima pseudo-cardium*, etc., représentant alors le sable vert et le grès à Exogyres.

Les fossiles du grès sont rares et peu caractéristiques, surtout lorsqu'on les compare au sable vert et au grès à Exogyres. Le plus ordinairement ce sont des feuilles dicotylédones, puis *Exogyra columba*, *E. lateralis*, *Ostrea vesicularis*, *Pecten arcuatus*, *Lima elongata*, *L. multicostata*, *L. pseudo-cardium*, *Pinna decussata*, *Lucina circularis*, *Inoceramus mytiloides*, un *Nautilus*, *Ammonites peramplus*, *A. rhotomagensis*, var., *Serpula amphisbæna*.

Le grès à Exogyres diffère seulement du grès ou sable vert en ce que les grains de silicate de fer sont plus rares, tandis que l'*Exogyra columba* et la *Terebratula alata* y sont plus répandues. Aussi doit-on regarder ces deux assises comme passant l'une à l'autre; il y a peu de fossiles qui ne leur soient communs ainsi qu'au grès jaune sous-jacent, et leur peu d'étendue pourrait empêcher de les regarder comme des membres de la série vraiment indépendants de ce même grès jaune, si rempli de coquilles aux environs de Postelberg. Au reste, la difficulté que M. Röminger trouve à se rendre compte (p. 649) de la position relative du grès vert, du grès à *Exogyra columba* et du grès jaune qui plongent tous vers l'Eger, entre cette rivière et Lippenz, vient probablement d'une faille qui, dans la coupe, doit se trouver à gauche de cette ville, là où devrait aussi se montrer le grès à Exogyres. Ainsi le grès jaune entre la ville et la rivière paraît surmonter le grès vert, parce qu'il occupe le bord de la faille de ce côté, et c'est parce que les couches à droite de Lippenz ou du côté opposé de la faille plongent dans le même sens, que les plus récentes semblent passer sous les plus anciennes.

Partout où l'on peut apercevoir le *substratum* du pläner, on rencontre le grès vert qui le constitue. Sur la gauche de la route de Laun à Postelberg l'assise commence par des argiles sableuses à grains verts et grains de quartz plus gros. On y trouve l'*Ostrea sulcata*, *O. hippopodium*, *Exogyra lateralis*, *Terebratula alata*, *T. striatula*, *Serpula amphisbæna*, *Scyphia substriata*; plus haut sont des argiles impures, tantôt pauvres, tantôt riches en fossiles, tels que : *Ostrea sulcata*, *O. hippopodium*, *Scyphia substriata*, *Terebratula striatula*, *T. gracilis* de formes très variées, *Serpula*

amphisbæna, *Exogyra lateralis*, *Oxyrrhina Mantelli*, *O. angustidens*, *Ptychodus decurrens*. Quant au pläner supérieur il est plus calcaire et caractérisé par la *Terebratula gracilis* var. *minor.*, *T. plicatilis*, *T. carnea*, *Spatangus cor-anguinum*, *Cidaris granulosus* et d'autres espèces plus rares.

Les couches à Baculites que M. Reuss avait assimilées au gault viennent rarement au jour dans le voisinage de Postelberg. On voit affleurer ces argiles sur le bord de l'Eger jusqu'à Leneschitz, puis au pied du Ranai-Berg. Au-dessus sont des couches charbonneuses brunes. La teinte des argiles est le blanc jaunâtre ; quelquefois elle est foncée ; les fossiles ne s'y montrent pas constamment, ce qui ne permet pas de reconnaître toujours les relations stratigraphiques. On y rencontre aussi du gypse cristallisé en rose ou lenticulaire. On a quelquefois atteint au-dessous des masses basaltiques comme près de Sagesthof où le pläner se présente encore en intermédiaire. Les *Terebratula gracilis*, *plicatilis*, *carnea*, le *Spatangus cor-anguinum*, l'*Inoceramus Brongniarti* qui caractérisent ce dernier sont alors associés avec des Baculites. A peu de distance on atteint le grès jaune, n 2.

Au pied du Ranai-Berg tous les fossiles sont en fer sulfuré, mais ce sont les mêmes que ceux des bords de l'Eger près de Postelberg, tels que : *Ammonites Cottai*, *A. Germari*, *A. bidorsatus*, *A. rhotomagensis*, *A. Decheni*, *Hamites plicatilis*, *H. alternatus*, *Turrilites*, *Nautilus*, *Baculites anceps*. Le *Baculites rotundus* cité par M. Reuss ne s'y trouverait pas.

Les fossiles mieux conservés des rives de l'Eger sont :

Pleurotomaria sublævis, *P. funata*, *P. Roemeri*, *Natica vulgaris*, *Littorina rotundata*, *Turbo concinnus*, *Solarium decemcostatum*, *Actæon elongatus*, *Cerithium fasciatum*, *C. reticulatum*, *Turritella multistriata*, *Trochus onustus*, *Corbula caudata*, *Venus lamellosa*, *V. pentagona*, *Nucula impressa*, *N. pectinata*, *N. semilunaris*, *N. producta*, *Cardita corrugata*, *Tellina concentrica*, *Arca undulata*, *A. striatula*, *Terebratula pumila*, *Scyphia angustata*, *Astræa*, *Oxyrrhina Mantelli*, *O. angustidens*, et des foraminifères indéterminés.

M. Reuss cite encore sur d'autres points des couches rapportées au gault et qui, à Costiz et ailleurs, sont sous le pläner ; mais près de cette dernière ville où il les a observées, M. Röminger ne les regarde pas comme représentant les strates à Baculites. Elles ont de commun la teinte grise, et ne peuvent ici se séparer du pläner.

Environs de Prague.

Si nous poursuivons l'étude de la craie entre Jungfrau-Teinitz et Prague, nous trouverons, à une heure de marche au delà de Laun, ses relations déjà plus précises que ci-dessus. On y observe deux divisions bien tranchées; le quadersandstein inférieur et le grès pläner ou pierre jaune à bâtir; toutes deux se suivent constamment, la plus basse n'affleurant que dans les ravins et les vallées, la plus élevée occupant les plateaux. Le quadersandstein inférieur repose sur le terrain de transition; sa puissance n'est que de 18 mètres, quelquefois de 6 seulement. Il commence d'abord par du sable argileux avec des débris de végétaux charbonneux, puis vient un grès à gros grain peu solide. Près de Mühlhausen, sur le bord de la Moldau, on voit, à la limite de ce grès et de celui du terrain houiller, un grès blanc sale et un calcaire crayeux coquillier. Dans le voisinage de Prague, le grès est à gros grain, peu solide, un peu verdâtre, et les assises supérieures, toujours d'un vert plus prononcé, renferment aussi une plus grande quantité de coquilles que les autres.

Près de Corizan et de Tuchomierziz, des calcaires durs forment la partie inférieure du système; ils reposent sur des diorites dans le premier lieu, et sur des schistes siliceux dans le second. Dans l'un et l'autre, on observe beaucoup de fossiles particuliers. A Corizan, les calcaires ne sont pas recouverts, mais à Tuchomierziz on voit au-dessus des grès à gros grains, peu solides, de teintes variées, équivalents de la pierre jaune de Postelberg, et dans lesquels les fossiles du quadersandstein sont plus nombreux que sur ce dernier point. A Schlan, on y trouve le *Cardium Hillanum*, la *Lima multicostata*, une Cucullée, une Turritelle, etc., enfin près de Mühlhausen et de Weltrus, les couches sont presque entièrement formées de moules de coquilles (*Exogyra columba*, *Cardium Hillanum*, *Ostrea*, *Cucullæa glabra*, *Pectunculus*, *Trigonia*, *Nerinea longissima*, *Natica vulgaris*, des Rostellaires et des Turritelles).

Non loin de Prague, le quadersandstein inférieur de la montagne Blanche est rempli de fossiles bien conservés des mêmes espèces que ceux de Corizan et de Tuchomierziz, tels que *Exogyra columba*, *Terebratula rostrata*, une T. plissée, *Pecten æquicostatus*, *P. digitalis*, *Natica nodosa*, des fragments de bois percés par des Fistulanes, etc..

A ces grès, qui vers le haut renferment presque partout des grains verts, succèdent, dans tout le district, des couches en dalles minces, tantôt calcaires, tantôt arénacées, ou bien encore marneuses et argileuses. Leur ressemblance avec le grès pläner de la

montagne Blanche est presque parfaite. Près de Wellwarn et de Mühlhausen on y rencontre peu de fossiles (*Inoceramus mytiloides* et de petites Huîtres). Elles sont plus argileuses et rappellent les caractères du pläner. Le grès de la montagne Blanche a présenté encore les fossiles suivants : *Ammonites Decheni*, *A. rhotomagensis*, *Nautilus*, *Lima elongata*, *Lima decalvata*, *Lima protocardium*, *Pecten arcuatus*, *Spondylus truncatus*, *Exogyra columba*, *Terebratula striatula*, *Serpula amphisbæna*.

Aux environs de Jungfrau-Teinitz, les assises colorées en bleu constituent un calcaire sablonneux, dur, de 15 mètres d'épaisseur, et près de Weltrus, de l'autre côté de la Donau, cette épaisseur atteint 70 mètres et davantage. Dans le voisinage immédiat de Prague, elle est moyennement de 15 mètres, et ses assises terminent la série. Enfin, à l'est de la ville, entre Przelautsch et Chotzen, des couches crétacées plus récentes appartenant au pläner se montrent de nouveau. Elles sont très argileuses et caractérisées par la *Terebratula gracilis*.

Observations de M. Geinitz.

En appliquant aussi à la Bohême la classification qu'il a proposée en 1849, M. Geinitz (1) signale d'abord les localités de Kreibitz et de Böhmisch-Kammitz comme celles où les divers étages crétacés de ce pays peuvent être le mieux étudiés, puis il y distingue : 1° le *grès quader supérieur;* 2° la *marne quader supérieure* (c'est à cette dernière qu'appartiennent les fossiles des deux localités précédentes, et les couches de charbon subordonnées de Kreibitz, les grès marneux de Treibitz, avec *Callianassa antiqua*) ; 3° *marne quader moyenne*, sous la forme de calcaire pläner, aux environs de Teplitz et de Bilin; 4° *marne quader inférieure* ou *calcaire pläner inférieur* de M. Reuss, avec les marnes glauconieuses, les conglomérats et les couches à Hippurites de la Saxe ; 5° *grès quader inférieur* et *grès à Exogyres* de M. Reuss.

A l'exception des marnes quader supérieures qui manquent en Saxe, le système crétacé de la Bohême est semblable à celui de ce dernier pays, dont il n'est, comme on l'a dit, que la continuation au S.-E. Ses principaux caractères sont bien développés dans les roches d'Adersbach, au pied oriental du Riesengebirge, comme dans les puissantes assises de grès de Braunau, que nous allons étudier dans le Heuscheuergebirge.

(1) *Das Quadersandsteingebirge*, etc., p. 60.

§ 3. Silésie.

Dans l'axe même, et sur les versants est et nord-est du Riesengebirge et de la chaîne des Sudètes, qui séparent le bassin de l'Elbe de celui de l'Oder, on trouve des lambeaux assez étendus, allongés du N.-O. au S.-E., formés d'assises crétacées semblables à celles que nous venons d'étudier au sud-ouest, dans la Saxe et la Bohême. Unis sans doute autrefois à ces dernières, les révolutions du sol les en ont séparés, en les isolant de la masse principale du bassin de l'Elbe, et les laissant plus ou moins éloignés les uns des autres. Ces lambeaux ont été représentés sur plusieurs cartes géologiques (1), et celles de M. de Dechen (2) et de la monarchie autrichienne (3), auxquelles nous renvoyons le lecteur, indiquent suffisamment leur position.

Observations de M. Ad. Roemer.

Le grès quader inférieur, dit M. F.-Ad. Roemer (4), s'observe particulièrement sur la route de Dresde à Breslau, entre Goldberg et Löwenberg, se prolongeant au N. vers Bunzlau, puis près de Zeifenau, etc. A Goldberg, il constitue une masse rocheuse de 25 mètres d'épaisseur, divisée en bancs puissants, séparés par des lits minces schisteux. C'est un grès gris clair, à gros grain, à ciment siliceux peu abondant, et n'offrant qu'un petit nombre de fossiles. On le trouve également au Langenberg, près de Pilgramsdorf, et dans les carrières de Moisen. La partie supérieure est à grain fin, et la base est un conglomérat. Le milieu, divisé en bancs peu épais, renferme beaucoup de fossiles difficilement déterminables (*Pecten*

---

(1) Raumer, Carte de la Silésie inférieure et du comté de Glatz, *Das Gebirge Nieder-Schlesiens*, in-8, 1819. — Keferstein (*Teutschland*, vol. III, cah. 2, 1825). — D'Oeynhausen, Carte de la haute Silésie et d'une partie de la Moravie, de la Gallicie et de la Pologne (*Versuch. geogn. Beschreib. Ober-Schlesiens*, 4 feuilles, 1822). — Zobel et de Carnall, Carte du pays de Glatz et d'une partie de la Silésie supérieure (*Arch. f. Miner.* de *Karsten*, vol. III, pl. 1). — R. de Carnall, Tableau géognostique de la Silésie supérieure (*Bergmann Taschenb.*, 1844, p. 100). — Singer, Sur les rapports géogn. de la Silésie supérieure (*Ubers. d. Arb. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur.*, 1843; Breslau, 1844, p. 94).

(2) Une feuille. Berlin, 1839.

(3) 9 feuilles. Vienne, 1845. — Réduction de J. Scheda. 1 f., 1847.

(4) *Die Versteinerung. d. Norddeuts. Kreidegeb.*, p. 120 et 128, 1841.

asper, *P. æquicostatus*. Entre Löwenberg et Bunzlau, au nord-est de Wenig-Rackwitz, on exploite une veine mince de combustible, et sur la pente orientale de la colline, on observe la coupe suivante :

Terre végétale.	0m.25
Grès grisâtre à grain fin	2m.50
Argile grisâtre.	1
Grès grisâtre à grain fin.	4

Au niveau du charbon se trouvent des grès et des argiles sans fossiles, de sorte que M. Roemer est incertain si la couche végétale appartient au grès quader ou bien à un grès plus ancien qu'il serait porté à comparer, mais sans probabilité, aux sables d'Hastings.

Près de Bunzlau le grès quader est en bancs minces, alternant avec des lits d'argile un peu sablonneuse, sans fossiles, exploitée pour la fabrication de la poterie. Les corps organisés qui caractérisent particulièrement le grès quader inférieur de cette partie de la Silésie sont, comme en Saxe et en Bohême : *Exogyra columba*, *Pecten æquicostatus* var. *major*, *Pinna quadrangularis*, *P. depressa*, *Inoceramus concentricus*, *Cardium Hillanum*, *C. Neptuni*, *Nerinea Borsoni*. En outre, M. Roemer croit retrouver ici, comme en Saxe et dans le nord-ouest de l'Allemagne, l'équivalent de la craie blanche à silex dans le grès ou quadersandstein supérieur du comté de Glatz ; les marnes sous-jacentes y seraient représentées par des grès calcarifères passant à un conglomérat et où les fossiles sont nombreux près de Kieslingswalda.

Observations de M. Geinitz. — Environs de Görlitz.

Dans un travail dont la publication a suivi de près celui dont nous avons parlé en traitant de la Saxe, M. B. Geinitz (1) a donné une esquisse géologique des dépôts crétacés de la Silésie. Décrivant d'abord les points dont on vient de voir que M. Roemer s'était déjà occupé, il indique au nord de Görlitz, entre Hochkirch et Langenau, sur la route de Breslau, un petit dépôt de grès qui s'étend depuis la Suisse saxonne et bohémienne à travers le Lausitz, jusqu'au sud de Zittau, et même plus loin dans la Bohême proprement dite. Les fossiles suivants proviennent des couches de grès à grain fin :

(1) *Die Versteinerungen*, etc. : Des pétrifications de Kieslingswalda et Supplément à la caractéristique de la formation crétacée de la Saxe et de la Bohême, in-4 avec 6 pl. Dresde et Leipsick, 1843.

Pholadomya caudata, Roem., *Panopæa gurgitis*, Brong., *Cucullæa glabra*, Sow., des traces de *Pinna*, un *Inoceramus* et le *Spongites saxonicus*, Gein.

Quadersandstein des environs de Löwenberg et de Hirschberg.

A un mille au nord-nord-ouest de Löwenberg, près de Giersdorf, est un grès blanc, à grain fin, qui ressemble à celui de Grauss-Cotta et de Bannewitz, près de Dresde. C'est l'analogue du grès quader inférieur, et l'on y trouve la *Nerinea Borsoni*, Cott., 1 *Rostellaria*, 1 *Conus*, des empreintes de *Caulopteris Singeri*, Göpp. De Giersdorf à Ludwigsdorf, il est recouvert par le pläner moyen.

Dans la carrière de pierres à meules de Waltersdorf, au sud de Lähn, on y remarque le *Pecten asper*, le *P. quinquecostatus*, l'*Exogyra columba*, la *Lima multicostata*, et, comme les marnes du pläner se voient au pied de la colline, l'auteur en conclut que ce grès à meules dépend du quadersandstein supérieur. Cette opinion nous paraît tout à fait contraire à la présence des fossiles que nous venons de citer, et ne peut être justifiée par une différence dans les niveaux relatifs que n'appuie pas une superposition directe de ces grès aux marnes. Ces mêmes fossiles s'opposent également à la manière de voir de M. Ad. Roemer, qui rapporte ces grès à la craie blanche, car ils n'ont jamais été signalés dans cet étage, ni même dans le groupe dont il fait partie, de sorte que, ou ces grès renferment ces corps organisés et ils doivent appartenir au second groupe, ou bien ils représentent un étage plus élevé et alors les fossiles ne lui appartiennent pas, si toutefois leur détermination est exacte.

A l'ouest de Langenau et au nord de Hirschberg, un grès solide, à grain fin, exploité aussi pour les meules, est en bancs épais, fort inclinés et semblables à ceux de Pankratz (Bohême). Il renferme également le *Pecten asper*, le *P. quinquecostatus*, le *P. multicostatus*, la *Lima multicostata* et l'*Ostrea macroptera?* fort abondante, ce qui établirait sa relation avec le précédent, que l'auteur suppose appartenir au grès quader supérieur, tandis que nous présumons d'après ce que nous avons dit (*antè*, p. 272), que ce sont au contraire des dépendances du grès quader inférieur.

Quant aux couches que l'on observe entre Langenau et Lähn et dans lesquelles se trouvent le *Pecten quinquecostatus*, le *P. Faujasii* et l'*Exogyra columba*, l'auteur est incertain auquel des deux grès elles doivent être rapportées, tandis que nous ne pouvons encore y voir que du grès inférieur, ainsi que dans la plupart des autres localités où il cite le *Pecten asper*. Ce dernier fossile a été

rencontré par M. Gutbier, aux environs de Leiteritz, dans le sable vert inférieur (*untere Grünsand*), par M. Reuss dans le grès quader inférieur de Graslitz, district de Königgrätz, puis dans le calcaire pläner de Trzembschitz, district de Leitmeritz, gisements où M. Geinitz ne voit cependant que du grès quader supérieur que, suivant lui, ce fossile caractériserait.

Kieslingswalda.

Au sud-est de la petite chaîne du Habelschwerdt se trouvait le rivage oriental d'une mer crétacée ou mieux d'un golfe qui occupait l'intérieur du pays actuel, baignant le chaînon qui forme de ce côté la limite du comté de Glatz. Les mollusques se multiplièrent dans ses eaux peu profondes, et leurs dépouilles se retrouvent aujourd'hui principalement autour de Kieslingswalda. La roche est un grès ou sable marneux, à grain fin, grisâtre, bleuâtre, lorsque le calcaire prédomine, ou d'un vert pâle lorsque ce sont les grains glauconieux. Dans les couches inférieures on a rencontré des restes de *Callianassa antiqua* et de végétaux dicotylédones annonçant le voisinage de la côte. Ces strates sont horizontaux, recouverts seulement, à l'est de la ville, par un grès à gros grain.

M. F.-Ad. Roemer rapportait ces couches à la craie marneuse supérieure (*oberer Kreidemergel*), parce qu'on y trouve beaucoup de fossiles des environs d'Aix-la-Chapelle et de Gehrden, mais M. Geinitz ne se prononce pas à cet égard. Peut-être, par le même motif, pourrait-on y voir le représentant des marnes du pläner, le *Cardium Hillanum* y étant très répandu et descendant même dans le quadersandstein inférieur du haut bassin de l'Elbe. Les couches de Kieslingswalda paraissent, en outre, avoir beaucoup de fossiles communs avec ce dernier étage. Néanmoins les polypiers y manquent; les radiaires n'y sont pas nombreux; parmi les céphalopodes on y cite le *Baculites incurvatus*, tandis que les gastéropodes et les conchifères y sont très répandus comme les crustacés (*Callianassa antiqua*). Il n'y a point de traces d'annélides ni de poissons.

A l'est de Kieslingswalda, un peu avant d'atteindre Steingrund, sur la route de Conradswalda, un calcaire bleu grisâtre, semblable aux marnes pläner de la Saxe, est recouvert par un grès. On l'observe également près de Langenau jusqu'où s'étendent les couches précédentes. Des calcaires en dalles qui reposent sur des schistes luisants sont aussi recouverts par un grès avec *Spongites saxonicus*. Au nord de la même ville les marnes du pläner sont encore mieux développées et leurs bancs inférieurs se divisent en feuil-

lets ondulés comme à Priessnitz sur l'Elbe ; elles sont semblables à celles du tunnel d'Oberau.

M. Geinitz ne se prononce pas sur l'âge du grès à *Exogyra columba* de la partie sud de l'Habelschwerdt, mais toutes les analogies nous portent à les regarder comme appartenant au grès quader inférieur. Quant aux roches à crustacés de Kieslingswalda, elles occupent tout le bassin compris entre l'Habelschwerdt, Steingrund, le moulin à papier de Wölfelsdorf, Langenau et la Neisse, s'étendant au nord jusqu'à Grafenort.

Le Heuscheuergebirge.

La chaîne de montagnes désignée sous le nom de *Heuscheuergebirge*, qui court du S.-E. au N.-O., entre Glatz et Braunau, est formée de grès qui se prolongent par Adersbach jusqu'au nord de Schömberg en Bohême où ils reposent sur le grès rouge (*Rothliegendes*). A l'est de Glatz commence, près de Schwedeldorf, la région du grès quader qui constitue deux masses distinctes. Près de l'église de Rückerts des couches exploitées sont regardées, malgré l'absence de fossiles, comme appartenant à l'étage du pläner moyen de la Saxe et de la Bohême. Entre Rückerts et Reinerz, les assises ont une épaisseur totale d'environ 30 mètres, et au delà le grès quader leur succède. Non loin de Rückerts, le quadersandstein supérieur recouvre le pläner, et, sur la route de Friedrichsgrund, on marche de nouveau sur le pläner, puis sur un grès que M. Geinitz assimile au quadersandstein supérieur, parce qu'il y a trouvé le *Pecten asper* et la *Lima multicostata*.

Le pläner se voit à la base du Heuscheuergebirge, au village de Karlsfeld et sur d'autres points. Le long de la route de cette dernière localité à Cudowa, M. Geinitz a remarqué qu'il en sortait beaucoup de sources, tandis qu'au sud il n'y en avait qu'une seule, circonstance due sans doute à l'inclinaison des couches dans la première direction. Le pläner, interrompu seulement par quelques affleurements de granite, se prolonge juqu'à Cudowa où il constitue des collines entières. On l'observe entre ce village et Politz, et plus loin, vers Weckelsdorf, il passe au quadersandstein supérieur, tandis qu'entre Schömberg et Friedland un grès glauconieux à grain fin avec fossiles (*Pecten asper*, Lam., *P. ternatus*, Munst., *P. serratus*, Nils., *P. orbicularis*, Sow., *Exogyra columba*, Gold., *Serpula gordialis*, Schloth. et *Sclerotites*) appartiendrait au quadersandstein inférieur.

Il résulte de ce qui précède que le quadersandstein supérieur jouerait un rôle assez important dans cette partie de la Silésie et

en Bohême; mais comme il est difficile d'admettre, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer pour ce dernier pays, que deux étages, séparés par des dépôts aussi considérables que ceux du pläner remplis de fossiles différents, puissent être caractérisés par les mêmes espèces, nous croyons encore, vu la ressemblance des roches, que l'on a pu rapporter au quadersandstein supérieur des grès qui en réalité appartiennent à l'inférieur. Ce que nous disons ici pour ces régions limites serait vrai *à fortiori* pour celles qui sont au delà, car le parallélisme du quadersandstein inférieur des diverses parties de l'Allemagne, comme celui des principales divisions du pläner, a été suffisamment établi, et, nulle part ailleurs que sur ces points où la stratigraphie est douteuse, les fossiles du premier de ces étages n'ont été trouvés au-dessus du second. Bien plus, on a vu que les dépôts qui recouvraient celui-ci avaient été souvent assimilés à la craie blanche, et cette supposition serait hors de toute vraisemblance, si les fossiles que M. Geinitz dit y avoir constatés appartenaient réellement au quadersandstein supérieur.

Plus tard, en effet, le même savant (1) reconnut que le *Pecten asper* caractérisait le grès inférieur, tandis qu'au nord du Riesengebirge et de Görlitz la *Panopæa gurgitis* et la *Pholadomya caudata*, suivant M. Beyrich (2), seraient propres au grès supérieur.

Observations de Röminger.

D'après M. C. Röminger (3), ce grès supérieur serait partout très pauvre en fossiles, excepté à Kieslingswalda où ils abondent. Il repose, dans cette dernière localité, sur le gneiss ou le granite, et souvent, comme près de Landskrone, la partie la plus basse, d'un mètre au plus d'épaisseur, consiste en un grès vert noir. A Treibitz et ailleurs c'est un grès de plus de 30 mètres, d'une teinte verte prononcée et qui est fort employé dans les constructions. On remarque, en outre, une brèche à nodules de quartz blanc, exploitée pour pierre à meules et divers autres grès.

Comme second terme de la série viennent les couches traversées par le tunnel de Chotzen, lesquelles, abstraction faite de leur cou-

(1) *Das Quadersandsteingebirge*, etc., p. 64; 1849.

(2) *Ueber die Entwickelung des Flötzgebirges in Schlesien:* Sur le développement des terrains secondaires en Silésie et dans les Carpathes septentrionales (*Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XVIII, p. 3, 1844). — *Nachricht von dem Erscheinen einer geologischen Karte Schlesiens* (*Zeitschrift der Deutsch. geologisch. Gesellschaft*, vol. I, part. I, p. 41; 1849).

(3) *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 656.

leur bleu gris, ressemblent beaucoup au grès pläner. Près de Pottenstein l'analogie est établie par la teinte et la porosité de la roche dont l'épaisseur varie de 10 à 65 mètres. Dans la vallée de Chotzen, non loin de Wildenschwert, des rochers crevassés, divisés en colonnes verticales, rappellent ceux de la Suisse saxonne. Le *Spongites saxonicus* y est très répandu. A Habelswerdt les couches se divisent en plaques minces. Près de Chotzen elles renferment des écailles d'*Osmeroides lewesiensis*, l'*Exogyra columba*, une *Pholadomya* et des moules de bivalves indéterminés; ailleurs ce sont des Huîtres, l'*Exogyra haliotoidea*, des Inocérames et une Turritelle; à Treibitz, la *Lima pseudo-cardium*, le *Plagiostoma semi-sulcata*, le *Pecten arcuatus*, un crustacé et le *Spatangus cor-anguinum.*

A Chotzen, Warmberg, Reichnau, etc., toutes ces assises sont recouvertes de calcaires argileux, puissants, remplis de coquilles foraminifères, de Cythérines, d'*Inoceramus Brongniarti*, de *Pollicipes glaber*, etc., et à Warmberg de *Scyphia angustata?* d'*Inoceramus mytiloides*, de *Terebratula plicatilis* (var. *pisum*), de *T. carnea*, d'*Ostrea hippopodium*, d'*Exogyra lateralis*, de *Nucula semi-lunaris*, de *Pecten serratus*, d'*Aptychus*, de Natices, de *Spatangus cor-anguinum*, de moules d'autres bivalves et de petites Ammonites. Partout la roche ressemble au pläner, et les corps organisés qu'elle renferme ne s'opposent point à ce qu'on la regarde comme du même âge; cependant M. Röminger hésite à se prononcer sur ce rapprochement, et cela parce que les couches de Kieslingswalda représenteraient alors l'horizon de l'argile à Baculites, dont il a été question ci-dessus, et que ce dernier parallélisme n'est établi ni sur l'analogie des roches, ni sur celle des fossiles.

Les couches désignées par l'auteur sous le nom d'argile à Baculites sont arénacées, argileuses vers le bas, plus solides en haut, bien stratifiées, à surfaces unies et ressemblant à la pierre à bâtir verte qui appartient aux marnes irisées des environs de Stuttgardt. Leur puissance dépasse 100 mètres, et les fossiles y sont disséminés dans plusieurs bancs. Ces fossiles sont :

Callianassa antiqua, Ott., *Baculites anceps*, Lam., *Hamites triseriatus*, Röming., *Turritella nerinea*, Roem., *Natica rugosa*, Hoen., *N. canaliculata*, Mant., *N. bulbiformis*; Sow., *N. vulgaris*, Reuss, *Littorina? conica*, Sow., *Avellana sculpta*, Röm., *Rostellaria vespertilio*, Gold., *R. papilionacea*, Gold., *Pyrula costata*, Roem., *Pecten arcuatus*, Sow., *P. quadricostatus*, id., *Plagiostoma semisulcatum*, Nils., *Pholadomya caudata*, Roem., *Lysianassa designata*, Gold., *Aspergillum cretaceum*, Röm., *Panopæa gurgitis*, Brong.,

Gervillia solenoides, Mant., *Inoceramus Cripsii*, id., *Mytilus Galliennei*, d'Orb., *Modiola reversa*, Sow., *Pectunculus sublævis*, Sow., *Cardium Hillanum*, id., *C. Ottonis*, Gein., *Isocardia cretacea*, Gold., *Venus faba*, Sow., *V. globosa*, Röm., *Lucina lenticularis*, Gold., *Tellina strigata*, id., *Cyprina rostrata*, Sow., *Terebratula alata*, Lam.

M. Geinitz cite aussi dans l'argile à Baculites de Postelberg l'*Ammonites Vibrayeanus* d'Orb., très voisine de l'*A. bidorsatus*, Roem. Dans les couches de Kieslingswalda, on remarque un grès fragmentaire qui paraît représenter le quadersandstein supérieur, si l'on suppose que l'assise coquillière précédente représente elle-même l'argile à Baculites, ce dont M. Röminger paraît douter encore.

Les environs de Steinerz et de Glatz, dont nous avons déjà parlé, offrent aussi quelques faits particuliers. Ainsi au sud-ouest de la première de ces villes, les grès sont adossés au gneiss ou le recouvrent. Ils sont à grain plus fin que le quadersandstein inférieur, de teinte claire, jaunes, gris, ou tachetés de vert foncé, durs et peu fossilifères. Au-dessus sont les roches du tunnel de Chotzen. Au nord-est, au pied du Ledigenberg, on observe de bas en haut:

1. Calcaire sableux gris-bleu, en plaques facilement désagrégeables, avec Inocérames, Cucullées, etc 10m
2. Grès friable, vert ou gris, à grain assez fin avec *Exogyra columba*, *Terebratula alata*, *Lima pseudocardium*, *L. elongata*, un Peigne plissé, des Huîtres, des fragments de charbon 13m
3. Grès à gros grain, blanc-jaunâtre, avec *Exogyra columba*, *Terebratula alata*, *Lima multicostata*, *Pecten æquicostatus*, *Spongites saxonicus*, etc. 10m
4. Roches semblables au n° 1, avec des Huîtres, des Inocérames et d'autres coquilles indéterminées.
5. Grès blanc jaunâtre, semblable au n° 3.

Près de Friedersdorf, il y a des alternances de ces diverses assises, et dans le voisinage de Rengersdorf, au-dessous de Glatz, on remarque les mêmes relations qu'à Steinerz avec les mêmes fossiles jusqu'au n° 3. Ensuite vient un calcaire sablonneux, semblable au n° 4, mais de 40 mètres d'épaisseur et davantage; le tout redressé et mis à découvert sur les pentes des montagnes où les couches s'appuient contre un conglomérat de gneiss. On rencontre au delà une argile qui occupe les deux rives de la Neisse jusqu'à Habelschwerdt, où paraît le grès si riche en fossiles de Kieslingswalda, puis au-dessous

la roche du tunnel de Chotzen, et une pierre à bâtir blanche à gros grain.

Enfin on sait qu'outre les points dont nous venons de parler et quelques autres lambeaux situés sur leur prolongement au N.-N.-O., il y en a un assez considérable à l'est où il borde la rive droite de l'Oder, au-dessus et au-dessous d'Oppelen, mais nous n'en connaissons pas de description bien détaillée (1).

APPENDICE PALÉOPHYTOLOGIQUE.

F. Glocker. Sur le grès vert et les végétaux fossiles en Moravie (*Ann. de Berghaus*, vol. XXI, p. 563, 1840).

Id. Sur le *Keckia annulata*, Fucoïde, et le *Gyrophyllites kwassidensis* du grès vert de la Moravie (*Nov. act. Acad. natur. cur.*, vol. XIX, suppl. 2, p. 316, 1841).

Goeppert. Sur la flore fossile du quadersandstein de la Silésie et des environs d'Aix-la-Chapelle (*Nov. act. Acad. natur. cur.*, vol. XIX, p. 95, avec 9 pl., 1841).

Id. Sur la flore fossile de la formation du gypse secondaire de Dirschel (Silésie supérieure) (*ibid.*, part. 2, p. 367 et 379).

Id. *Ibid.*, vol. XXII, p. 359, 1847.

Id. *Zur Flora des Quadersandsteins in Schlesien als Nachtrag, zu der Früher erschienenen Abhandl. über denselb. Gegenstand* (ibid., vol. XXIX, p. 2, p. 99, 1849).

§ 4. Bavière septentrionale.

Nous avons dit que dans le bassin inférieur de la Naab, affluent du Danube, on observait des dépôts crétacés assez étendus, entièrement séparés des couches contemporaines de la Bohême par les roches cristallines du Böhmerwald et celles de transition qui s'appuient contre elles au N.-E. Ce lambeau, complétement isolé de ce dernier côté, étend quelques ramifications à l'est de Ratisbonne et jus-

(1) Voyez les cartes géologiques de M. de Dechen, de la monarchie autrichienne, etc.

qu'à plusieurs lieues au delà de cette ville, sur la rive droite du fleuve; mais plus loin, ce n'est que dans les Alpes de la Bavière que reparaissent, sortant de dessous le terrain tertiaire inférieur, les assises secondaires de cette période.

La craie des environs de Ratisbonne, dit M. Beyrich (1), est en couches parfaitement régulières et horizontales, et l'on peut y distinguer deux étages : l'inférieur calcaréo-sableux ou seulement sablonneux, le supérieur calcaire. Les roches compactes du premier sont un mélange de grains de quartz cimentés par du calcaire souvent spathique. Des nodules d'hornstein s'observent fréquemment dans l'un et l'autre étage. Le calcaire supérieur ressemble au calcaire pläner du nord de l'Allemagne. L'*Exogyra columba* est très répandue dans l'étage sablonneux inférieur ; on la trouve dans toutes les carrières de grès, avec le *Pecten asper* et le *P. æquicostatus*; mais les autres fossiles sont rares. L'*Ammonites rhotomagensis* paraît avoir été rencontrée une fois, ainsi que l'*Inoceramus annulatus*.

L'auteur a reconnu beaucoup plus d'analogie entre ces dépôts et ceux de la Bohême, de la Saxe et de la Silésie qu'avec ceux des Alpes de la Bavière, dont on serait cependant porté à les regarder comme le prolongement septentrional. Dans toute l'Allemagne centrale, en effet, la formation crétacée commence généralement par le niveau de l'*Exogyra columba*; au-dessus vient une série de marnes et de calcaires sans aucun rapport avec le calcaire à Hippurites des Alpes, et rien ne rappelle ici le grès quader supérieur du nord.

A Neukelheim, au sud-ouest de Ratisbonne, le sable vert à *Exogyra columba* recouvre les calcaires jurassiques supérieurs, c'est-à-dire tantôt le calcaire à Dicérates, tantôt le calcaire en dalles (*Platten-Kalk*) du *Jura blanc*. Ce sable renferme les *Pecten æquicostatus*, *asper*, et un autre, voisin du *P. cretosus*, puis une petite variété de la *Gryphæa vesicularis*; l'*Exogyra columba*, la *Lima semi-sulcata*, le *Discoidea subuculus* et un *Diadema*. Vers Ingolstadt, les escarpements qui bordent la vallée du Danube sont de nouveau formés par des dolomies saccharoïdes, le calcaire à Dicérates et à Nérinées, et les calcaires en dalles (2).

---

(1) *Erlauterungen zu der geogn.*, etc. : Explication de la carte géognostique des environs de Ratisbonne (*Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesells.*, vol. I, p. 263. Berlin, 1849).

(2) *Ib.*, p. 423.

En traitant peu après le même sujet, M. B. Geinitz (1) a établi dans ces couches crayeuses trois étages au lieu de deux. Le membre le plus inférieur de la formation comprend alors les sables qui représenteraient le grès quader inférieur de la Saxe, particulièrement dans les points où ce dernier est peu épais et où se montrent les couches glauconieuses les plus basses. Ces sables sont caractérisés par les *Pecten asper*, Lam., *æquicostatus*, *id.*, *quinquecostatus*, Sow. et *serratus*, Nils., l'*Exogyra columba*, Gold., l'*Ammonites rhotomagensis*, Defr., la *Serpula conjuncta*, Gein., et le *Scyphia subreticulata*, Munst.

Les calcaires sablonneux, compactes, gris, qui constituent la masse principale du Galgenberg et qui sont remplis de rognons calcaires glauconieux, formeraient un second étage parallèle à la partie inférieure du pläner de la Saxe, quoique différant assez cependant des couches de Strehlen (Saxe), d'Aundorf (Bohême), d'Oppeln (Silésie), de Quedlinbourg et de Goslar (Harz). Le calcaire de Ratisbonne renferme : *Nautilus elegans*, Sow., *Ammonites peramplus*, id., *Inoceramus Brongniarti*, id., *Terebratula hippopus*, Roem., et des bois perforés par la *Pholadomya sclerotites*, Gein.

Cette assise est limitée en dessus et en dessous par une couche de sable vert. La couche inférieure se lie intimement à l'étage précédent, équivalent du quadersandstein inférieur, et, à sa jonction avec le calcaire, se montrent des dents de Squales. Les dents de *Pycnodus*, d'*Heterodon*, d'*Otodus appendiculatus*, de *Lamna subulata* ou *acuminata?* le *Flabellaria cordata*, Reuss, le *Pecten notabilis*, Munst., l'*Ostrea conica*, Sow., ont é[illegible] recueillis dans le calcaire jaune marneux, friable, d'Amberg, semblable aux assises inférieures du pläner de Kauscha près Dresde. Au-dessus, le sable vert y est rempli d'*Exogyra columba*, de *Pecten æquicostatus*, et au Galgenberg, un autre sable vert, différant de celui-ci par les fossiles, recouvre le calcaire pläner.

Avec le sable vert supérieur commence le troisième étage de M. Geinitz, qui serait, suivant lui, le représentant de la craie blanche à silex, et que nous verrons tout à l'heure désigné sous le nom de partie supérieure de la marne quader (*oberer Quader Mergel*). Les Cyprines et les Isocardes y sont très répandues, tandis que la *Lima canalifera*, Gold., l'*Arca glabra*, Sow., la *Crassatella arcacea*,

(1) *Korrespondenz-Blatte des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg.* 4e année.

Roem., la *C. regularis*, d'Orb. , la *Lucina lenticularis*, Gold., le *Pecten quadricostatus* , Sow., et probablement la *Terebratula octoplicata* , id., sont limités à l'autre couche de sable vert.

A la montagne de la Trinité on trouve aussi *Pecten Dujardini* , Roem., *P. quinquecostatus*, Sow. , *Lima canalifera*, *Inoceramus annulatus*, Gold., *Anomia truncata*, Gein., *Trigonia alæformis*, Park., *Crassatella arcacea*, Roem., *Pecten virgatus*, Nils., ou *arcuatus*, Sow., *Ringicula Archiaciana*, d'Orb., *Serpula filiformis*, Sow. *in* Fitt., *Nautilus*, voisin du *N. lævigatus*, d'Orb., fossiles regardés par M. Geinitz comme caractérisant son assise de la marne supérieure, laquelle serait plus récente que le calcaire pläner tel que nous l'avons considéré jusqu'à présent, mais qui ne nous paraît point pour cela parallèle à la craie blanche ainsi qu'il le suppose.

Le grès vert des environs de Ratisbonne , dit ailleurs le même savant (1), rappelle le grès à *Exogyra* de Postelberg en Bohême, et représente en effet le quadersandstein inférieur avec *Exogyra columba* , *Terebratula alata* , *Pecten æquicostatus* , *P. quinquecostatus* , *P. asper*. De leur côté, M. Fürnrohr (2) et M. J. Popp (3) ont aussi fait voir que la craie de ce pays reposait sur les assises jurassiques supérieures , et M. Geinitz , d'après certains fossiles , serait disposé à reconnaître l'existence du dernier grès sur cette limite méridionale extrême du système crétacé de l'Allemagne proprement dite.

M. Beyrich (4) est revenu sur ce qu'il avait déjà dit à cet égard, et a maintenu l'exactitude des caractères géologiques qu'il avait assignés aux diverses couches , ainsi que celle des niveaux qu'il avait établis. Comme roche , le quadersandstein du nord de l'Allemagne n'y existerait pas , et il rejette l'expression générale de formation du quader (*Quadersandsteingebirge*) proposée par M. Geinitz pour l'ensemble des dépôts crétacés de l'Allemagne. Il pense que le quadersandstein, en tant que roche principale, caractérisant les premiers sédiments de la division supérieure de la formation,

---

(1) *Das Quadersandsteingebirge*, etc., p. 63 ; 1849.

(2) *Naturhist. Topographie von Regensburg*, vol. I, 1838. — Voyez aussi : de Woith, Géologie des environs de Ratisbonne (*Ibid.*, 1840).

(3) *Korrespond. d. zoologisch. miner. Vereins in Regensburg*, n°s 11, 12. 1847.

(4) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gessells.* vol. III, p. 103, 1850.

considérée dans sa plus grande généralité, et représentant le niveau de l'*Exogyra columba*, a des limites parfaitement tranchées en Bohême, en Silésie, en Saxe, comme au nord du Harz.

Mais si l'on fait abstraction des caractères minéralogiques qui sont ici sans valeur, on voit que, contrairement à ce que semble indiquer l'auteur, les environs de Ratisbonne offriraient les véritables caractères zoologiques des premiers dépôts crétacés de l'Allemagne centrale. Déjà de Buch, dans une carte de ce pays, avait tracé les limites de la formation au moyen de l'*Exogyra columba* que nous avons vue si fréquente en Bohême dans le quadersandstein inférieur, et il importe peu que les couches de Ratisbonne, qui ressemblent au grès à Exogyres de Postelberg, aient ou n'aient pas un niveau absolument déterminé dans la faible épaisseur des dépôts arénacés des bords du Danube. On a fait remarquer ailleurs que ce fossile pouvait se rencontrer à des hauteurs différentes dans un même étage, qu'il caractérisait, du reste, très bien ; et, quoique ces sables de Ratisbonne ne passent nulle part au véritable grès quader, nous ne les regardons pas moins comme du même âge que le quadersandstein inférieur de la Bohême. Lors même que cette Exogyre ne serait pas exclusive aux sables verts, et s'élèverait dans la partie supérieure de la craie de Ratisbonne, ce qui n'est peut-être pas bien démontré, n'avons-nous pas appuyé sur un exemple bien plus frappant de cette persistance dans le bassin de la Loire, ce qui n'a point empêché que, jointe à d'autres caractères, sa prédominance n'ait servi à tracer un horizon géologique très net.

§ 5. Classification de la formation crétacée de l'Allemagne.

En nous servant, dans les chapitres précédents, des deux dénominations principales de *pläner* et de *quadersandstein*, employées par les géologues allemands, nous nous sommes attaché à leur donner un sens bien défini, et nous avons rappelé, chaque fois que cela pouvait être nécessaire, la valeur de ce sens relativement à la terminologie adoptée par nous ; de sorte qu'avec un peu d'attention, nous espérons que le lecteur aura saisi les rapports et les différences que présente la formation crétacée du centre et du nord-ouest de l'Allemagne avec celle des Iles Britanniques, de la France et des pays voisins. Mais il nous reste encore à exposer quelques essais de classification proposés pour cette même partie de l'Allemagne, et qui n'auraient pas pu être bien compris si leur analyse n'avait été précé-

dée de la description sommaire des faits sur lesquels ils se fondent. Il nous sera facile de résumer ensuite, à la fin de notre travail, l'ensemble de ces faits et de les coordonner suivant notre propre classification.

Vues de M. Ewald.

Lors de la réunion des savants italiens à Gènes en 1846 (1), M. Ewald, cherchant à saisir les relations qui pouvaient exister entre les couches crétacées de la Saxe et de la Bohême ou de l'Europe septentrionale avec celles du sud-est de la France, fit remarquer que, dans ce dernier pays, les couches à Hippurites font partie du grès vert supérieur au gault ou de la craie tuffeau. Elles sont composées vers le bas de strates le plus ordinairement arénacés (bancs à *Exogyra columba*) et vers le haut d'assises plus calcaires (bancs à Hippurites). Les caractères minéralogiques des uns et des autres sont assez variables, mais ils sont réunis par un dépôt particulier (grès d'Uchaux) qui d'une part recouvre les assises à Exogyres et de l'autre est surmonté par les assises à Hippurites. Les coquilles de céphalopodes, fréquentes avec l'*Exogyra columba*, deviennent plus rares au-dessus (*antè*, vol. IV, p. 482-490).

En Saxe et en Bohême les Hippurites forment aussi un horizon bien marqué, et, lorsqu'on compare la couche si riche en rudistes de la montagne de Kutschlin avec les dépôts crétacés du sud de l'Europe, on trouve de part et d'autre une correspondance qui s'étend jusqu'aux grès d'Uchaux, moins développés cependant que les assises entre lesquelles ils sont placés. Le grès quader, qui en Saxe et en Bohême est surmonté par les strates de Kutschlin, n'est autre que le grès à *Exogyra columba* ou base du grès vert supérieur (étage inférieur de la craie tuffeau), quoique la plupart des géologues qui ont écrit sur la Bohême et la Saxe aient voulu y voir un représentant du grès vert inférieur d'Angleterre (*lower green sand* ou groupe néocomien), les uns croyant trouver le gault au-dessus, les autres niant la présence de ce dernier.

Les assises, qui dans l'Allemagne centrale recouvrent les bancs à Hippurites, sont les marnes du pläner, lesquelles se lient aux bancs précédents de la même manière que les bancs à Hippurites de Provence se lient aux grès d'Uchaux. Quant à ce que dit ensuite M. Ewald, que les marnes constituent la partie supérieure de la formation crétacée de cette partie de l'Allemagne et qu'elles sont

---

(1) *Atti della ottava riun. degli scienz. ital.* à Gênes, 1846, in-4, p. 638. 1847.

recouvertes par des lignites tertiaires, de la même manière que la formation crétacée de la Provence est surmontée par les strates tertiaires nummulitiques, il est facile de voir que cette double comparaison manque de justesse. En effet, d'une part en Saxe, en Bohême et en Silésie, il y a encore au-dessus de ces mêmes marnes le calcaire pläner dont la faune est assez différente, puis le quadersandstein supérieur, quelque imparfaitement caractérisé qu'il soit, et de l'autre les dépôts tertiaires qui les recouvrent ne sont certainement pas de l'âge des couches nummulitiques, comme cela a lieu dans les Alpes de la Bavière et de l'Autriche où la comparaison serait mieux fondée; enfin en Provence, de même que dans les Alpes maritimes, il existe des dépôts crétacés plus récents que ceux dont parle l'auteur.

C'est avec raison d'ailleurs que le savant géologue de Berlin fait remarquer ensuite que l'horizon des faunes n'est pas exactement comparable entre l'Allemagne et le sud de la France, car d'un côté les Hippurites sont associées aux polypiers et de l'autre les Ammonites dominent dans le pläner, partie supérieure du même groupe. Les *Ammonites rhotomagensis*, *Mantelli*, *varians*, *peramplus*, etc., qui se trouvent avec l'*Exogyra columba*, au-dessous des Hippurites en Provence, se montrent au contraire sans cette dernière au-dessus des rudistes de la Saxe et de la Bohême. De sorte que le pläner ressemble par sa faune au grès à *Exogyra columba* dont il est séparé par les couches de Kutschlin, tandis qu'il diffère des bancs à Hippurites qui lui seraient parallèles au sud. L'auteur essaie d'expliquer cette circonstance en supposant que, d'une part, l'organisme aurait persisté malgré la différence des temps et que de l'autre il s'est modifié quoique les couches soient restées les mêmes. Cependant toute la question n'est pas là, car de chaque côté les dépôts ont varié de nature et les corps organisés se sont succédé dans un ordre différent. En Provence, comme on vient de le rappeler, les céphalopodes ont vécu lors du dépôt des couches à *Exogyra columba* parallèles au quadersandstein inférieur de l'Allemagne et avant la formation des bancs à Hippurites, tandis que dans le nord ces mêmes céphalopodes non seulement existent avec l'*Exogyra columba* dans le quadersandstein, mais encore reparaissent dans les marnes du pläner, après l'extinction des rudistes, sur les points où ils s'étaient montrés.

En Provence, continue M. Ewald, les rudistes sont plus développés que dans le nord où l'on a dit que les Ammonites se prolongeaient

dans l'étage du pläner, et quand le grès d'Uchaux qui les sépare vient à manquer, ce qui est fréquent, le grès à *Exogyra columba* et les marnes représentant le pläner sont en contact. Le même savant assimile à ce dernier étage du nord les calcaires marneux qui sont si développés dans le Dauphiné, la Provence et les Alpes maritimes, mais qui ne recouvrent pas précisément les calcaires à Hippurites, car ils paraissent au contraire se remplacer mutuellement.

Nous avons dû commencer notre analyse par la comparaison des couches crétacées de l'Allemagne avec celles du midi de la France parce qu'essayée par un observateur qui connaissait les deux pays, cette comparaison offrait déjà un résultat important d'accord avec l'opinion que nous avons émise. En prenant actuellement un point de départ tout à fait différent de celui qu'avaient choisi d'autres géologues allemands, nous suivrons ces derniers dans leurs vues générales de coordination.

Classification de M. Geinitz.

Sans introduire aucune expression nouvelle et en nous servant de celles qui étaient généralement usitées en Allemagne, il nous a été possible de faire comprendre l'intérêt qui s'attachait aux descriptions géologiques et paléontologiques que l'on a données des dépôts crétacés de cette partie de l'Europe. Cependant M. B. Geinitz (1), qui a tant contribué à les faire connaître par ses excellents travaux, a pensé qu'une terminologie spéciale serait de quelque utilité, et il a proposé en conséquence de substituer au mot de *formation crétacée* celui de *formation du quadersandstein* (*Quadersandsteingebirge*) pour désigner toutes les couches comprises entre la formation jurassique avec le groupe wealdien et les dépôts tertiaires moyens. L'auteur s'est fondé pour cela sur ce que, la craie proprement dite étant rare en Allemagne et remplacée par des grès et des calcaires noirs, il a dû préférer le mot de *quadersandstein* à celui de *craie*. Tout l'artifice de cette terminologie consiste d'ailleurs à ajouter le mot *quader* à ceux de grès (*Sandstein*), de marne (*Mergel*) et de houille ou charbon (*Kohle*), avec les épithètes de supérieur (*oberer*), moyen (*mittler*), et d'inférieur (*unterer*), comme il suit :

---

(1) *Das Quadersandsteingebirge oder Kridegebirge in Deutschland.* Freiberg, 1849, avec 12 pl.

[illegible]

[illegible]

ETAGES.	AIX-LA-CHAPELLE, MAESTRICHT, VERVIERS.	WESTPHALIE.	HANOVRE.	LE HARZ.	SAXE.	BOHÊME.	RATISBONNE.	SILÉSIE.	RÉGIONS BALTIQUES.
Quader-sandstein supérieur.	Aix-la-Chapelle, Verviers.	Haltern, Hüls, près de Rothenfelde.	Goslar ?	Regenstein, Teufelsmauer, Gegenstein, Hinterberg, Klusterberg, etc.	Suisse saxonne à Theil.	Hohe Schneeberg, Kreibitz, Gabel.		Sieben Hirten, près de Kieslingswalda. Heuschauer.	
Marne quader supérieure.	Tuffeau de Maestricht, craie blanche supérieure à silex, craie marneuse sans silex, sable vert ou craie chloritée.	Grès marneux de Baumberg près Coesfeld, craie marneuse verte et jaunâtre. Sable vert.	Conglomérat du Sudmerberg; marne sableuse verte; marne crayeuse.	Conglomérat du Sudmerberg; couches du Plattenberg; marne sableuse verte et grès vert; marne crayeuse.		Conglomérat et marne sableuse de Kreibitz; marne pläner de Luschitz, etc.	Marne sableuse et calcaire.	Marne calcaire et grès de Kieslingswalda.	Craie blanche à silex. Craie marneuse et marne crayeuse.
Marne quader moyenne.		Pläner supérieur. La plus grande partie du calc. pläner. Sable vert et conglomérat.	Calcaire pläner.	Calcaire pläner.	Calcaire pläner (pläner supérieur).	Calcaire pläner (pläner supérieur).		Calcaire pläner d'Oppeln.	
Marne quader inférieure.		Pläner inférieur (marne pläner et marnes tachetées). Sable vert.	Marne pläner et marnes tachetées. Sable vert.	Marne pläner; marnes tachetées. Sable vert.	Marne pläner; sable pläner, marnes tachetées, généralement pläner inf. Sable vert, conglomérat et bancs à Hippurites.	Pläner inférieur marnes et grès pläner. Sable vert, conglomérat et bancs à Hippurites.	Pläner infér.?	Marne pläner de Glatz.	
Quader-sandstein inférieur.		Dans le Teutoburger-wald.	Sable vert et quadersandstein.	Sable vert et grès quader ou quadersandstein.	Sable vert et grès quader, avec argile schisteuse et grès charbon.	Sable vert et grès quader avec argile schisteuse.	Grès vert, quadersandstein.	Grès vert de Raspenau. Grès quader.	? Grès *Tiger* du Mecklembourg.
Argile de Hils.		Grafinghagen (Teutoburger-Wald).	Au Deister, le Hilsmulde près Alfeld, Hildesheim, Schandelaher (Brunswick, etc.).						

Ce qui frappe tout d'abord dans cette classification, ce sont les assises et même les étages et les groupes que l'auteur met en parallèle avec sa marne quader supérieure. On ne comprend pas en effet que l'on puisse réunir la *craie blanche à silex*, la *craie tuffeau* et la *craie chloritée* qui constituent ailleurs des unités géologiques si distinctes, pour opposer le tout à cette petite division de la marne quader supérieure de l'Allemagne. Comment ensuite placer en regard de la marne quader moyenne la craie blanche inférieure qui est entre la craie à silex et la craie tuffeau ou craie chloritée, et comment celle-ci peut-elle se trouver à la fois dans les deux divisions? Peut-être pourrait-on croire que ces dénominations désignent des couches propres à l'Allemagne et sans rapport avec les assises auxquelles elles ont été consacrées dans l'ouest de l'Europe, mais cela n'est pas et aucun géologue allemand ne les a comprises ainsi. On remarquera enfin que les couches à Hippurites sont ici placées dans la marne quader inférieure et non avec le grès quader inférieur, comme l'ont fait M. Reuss et M. Ewald.

Dans le Hanovre et la Westphalie, poursuit M. Geinitz, les dépôts sont plutôt marneux que calcaires, aussi les mineurs, comme les agriculteurs, ne comprendraient-ils pas l'expression de formation crétacée. Ainsi l'auteur voudrait faire de nouveau dominer une terminologie minéralogique, nullement en rapport avec la science actuelle, les dépôts contemporains pouvant être minéralogiquement très différents. En réalité les motifs invoqués à l'appui des changements proposés ne sont pas plus applicables à l'Allemagne qu'ils ne le seraient à tout autre pays où la craie minéralogique proprement dite n'est qu'un accident dans l'ensemble de la formation, ou bien manque tout à fait, comme cela a lieu le plus ordinairement. Cette observation n'a d'ailleurs point échappé à M. Geinitz lui-même, puisqu'il dit que les dépôts qui sont des grès sur un point peuvent être des calcaires sur un autre et que l'on doit avoir égard en même temps à la position relative des couches, à leurs caractères pétrographiques et aux fossiles qu'elles renferment. Il ne paraît pas non plus regarder comme absolument déterminé le niveau de plusieurs de ces subdivisions; c'est ainsi qu'une partie de l'étage de Hils et les sables verts d'Essen pourraient être plus récents qu'on ne l'a cru (p. 82), et surtout les sables de Ratisbonne divisés en trois assises. Il est douteux que le calcaire pläner et le pläner inférieur y existent. La séparation des marnes quader moyenne et inférieure ne serait point partout tranchée. La marne quader inférieure

avait été associée au calcaire pläner, tandis que la marne pläner de la Bohême doit être réunie à la marne quader supérieure. Il en serait de même de beaucoup d'autres grès de la Bohême avec *Callianassa* qui doivent aussi être placés avec la marne quader supérieure.

Les deux quadersandsteins et les marnes quader qui les séparent, pris ensemble, représenteraient, dans cette classification, la *craie blanche* et la *craie chloritée* du nord de la France, mais ces deux étages n'étant que des membres des deux premiers groupes, nous compléterons la pensée de l'auteur en disant que ses divisions représentent probablement en entier ces deux mêmes groupes, dans lesquels on retrouve en Allemagne des sous-divisions, sinon toujours parfaitement d'accord avec nos étages de l'ouest, du moins souvent aussi variées et aussi nombreuses.

Lorsqu'en 1839 M. Geinitz publia son premier travail, la relation complète des diverses assises crétacées n'était pas encore bien établie partout; le grès quader supérieur de M. F.-Ad. Roemer n'était pas connu et fut rejeté par M. Giebel; M. Röminger ne paraît pas non plus avoir compris cette même distinction. En admettant les divisions un peu trop multipliées proposées par M. Ad. Roemer, M. Geinitz en reconnaît l'exactitude, sauf cependant l'existence du gault qui n'est pas justifiée en Allemagne. Il conserve aussi quelques doutes sur le conglomérat de Hils, et, quant au quadersandstein supérieur, il ne l'a pas assez étudié pour avoir une opinion bien arrêtée à son égard. Enfin, il critique avec raison, M. Reuss comme M. Ad. Roemer, pour avoir mis le quadersandstein inférieur en parallèle avec le grès vert inférieur d'Angleterre et pour avoir assimilé au gault les marnes du pläner de la Bohême.

Classification de M. Beyrich.

M. Beyrich (1), qui regarde avec M. Ewald le niveau de l'*Exogyra columba* comme représentant en Allemagne la base du grès vert supérieur ou du groupe de la craie tuffeau, critique à son tour la classification de M. Geinitz et y substitue la suivante qui nous semble avoir les mêmes inconvénients. Pour lui les couches qui composent nos deux premiers groupes de l'ouest, ou les n°ˢ I, II et III de M. Geinitz, sont groupées, de bas en haut, en *quader inférieur*, *quader moyen*, *quader supérieur* et *quader le plus élevé*.

(1) *Ueber die Zusammensetzung und Lagerung*, etc.: Sur la composition et le gisement de la craie dans les environs d'Halberstadt, etc. (*Zeitschrift der Deutsch. geologisch. Gesellsch.*, vol. I, p. 288. Berlin, 1849).

Dans le Harz et la Silésie, le quader inférieur est formé de grès; dans la Saxe et la Bohême, il est caractérisé par l'*Exogyra columba* et une faune assez différente de celle de l'étage suivant. L'*Ammonites rhotomagensis* n'y paraît pas rare. Dans la région subhercynienne, il est presque dépourvu de corps organisés, mais son gisement ne peut laisser aucun doute sur son âge. Les plantes de Niederschöna sont propres à cet étage en Saxe, où il représenterait en effet le grès vert supérieur d'Angleterre, pour se prolonger encore au S. et à l'E.

Le pläner qui constitue la base du quader moyen de M. Beyrich en est aussi le membre le plus constant. On l'observe dans la région sub-hercynienne autour de Quedlinbourg, s'étendant à l'O. jusqu'à Paderborn, puis à l'E. en Saxe (Weinböhla) et dans la vallée de l'Oder (Oppeln). Il manquerait au delà, dans la Pologne et la Gallicie. Sa faune est bien caractérisée, et, quoique voisine de celle de la craie blanche, elle peut néanmoins s'en distinguer. Les dénominations de *marne pläner*, de *calcaire pläner*, de conglomérat, de sable et *grès pläner*, usitées en Saxe et en Bohême, ne seraient que des modifications locales du pläner proprement dit. Celui-ci, pour l'auteur comme pour M. Ad. Roemer, représenterait la craie grise marneuse d'Angleterre; mais nous ne savons ce qu'il entend par la *partie supérieure du turonien* qui serait son équivalent en France. Les limites stratigraphiques de cette dernière division étant fort obscures, souvent même impossibles à tracer hors du bassin de la Loire, nous ignorons en quoi consiste sa partie supérieure.

La faune des dépôts enclavés dans la syénite de Plauen, les couches à Hippurites de la Bohême, appartiendraient, ainsi que l'a dit M. Ewald, à cet horizon, comme le grès vert d'Essen et le tourtia du nord de la France et de la Belgique. Partout, où en Allemagne on observe des lambeaux isolés, placés entre le quader supérieur et l'inférieur, ils doivent être rapportés à cet horizon ou partie inférieure du quader moyen de M. Beyrich; car ce géologue y distingue ensuite une partie supérieur qui serait le calcaire pläner; de sorte qu'il revient aux coupes de ses prédécesseurs qu'il avait d'abord rejetées et qui, toutes locales qu'elles sont, nous paraissent bonnes à conserver. Ainsi il reconnaît que son pläner moyen comprend deux faunes: celle du tourtia qui est la plus ancienne et celle du pläner qui est plus récente. Réunies au quadersandstein inférieur, ajoute-t-il ensuite, elles représentent le *terrain turonien* de M. d'Orbigny. Mais il y a ici une confusion dont on se rend facilement

compte, et qui résulte de ce qu'on a substitué dans le raisonnement des listes de fossiles à des descriptions stratigraphiques; M. Beyrich n'y serait certainement pas tombé s'il eût comparé des travaux de géologie géographique. Il n'aurait point placé non plus le tourtia avec la craie micacée de la Touraine (*terrain turonien*), mais il l'eût abaissé peut-être jusqu'à l'horizon des grès et du macigno du Mans (*terrain cénomanien* de M. d'Orbigny), qui avec les marnes et les glaises placées dessus sont le véritable niveau de l'*Exogyra columba*.

Dans le Harz, la partie inférieure du quader moyen est peu développée et n'est représentée qu'accidentellement par des schistes peu épais et peu étendus. En Silésie, au contraire, dans la région des plaines, l'étage est bien caractérisé et désigné sous le nom de *grès pläner;* mais son existence n'est pas certaine dans la partie montagneuse du même pays.

Le *quader supérieur* et le *quader le plus élevé* sont formés de roches qui, d'après leurs caractères minéralogiques et leurs fossiles (*Belemnites mucronatus*, etc.), doivent être rapportées à la craie blanche. Tout en rejetant les divisions de craie supérieure et de craie inférieure proposées par M. Ad. Roemer, et cela parce que les faunes ne permettraient pas cette distinction, M. Beyrich n'en conserve pas moins ses deux quader, assez mal caractérisés eux-mêmes sous tous les rapports. Le grès quader supérieur ressemble à l'inférieur dans le Harz, la Bohême et la Silésie. Quoique important par son extension, il est peu reconnaissable par ses fossiles, tellement que s'il recouvrait seul le pläner, ceux-ci n'établiraient pas suffisamment son parallélisme avec la craie blanche. On a vu d'ailleurs quels étaient ses caractères et sa position sur divers points, et quant à ce que l'auteur désigne sous le nom de *quader le plus élevé*, il ne l'a observé que près de Quedlinbourg et au nord de la montagne des Géants, en Silésie. Il constitue, comme les deux autres, des sables, des grès siliceux avec des conglomérats siliceux subordonnés. Les grès lustrés ressemblent à ceux de l'étage tertiaire des lignites de l'Allemagne (*braun Kohle*), mais la présence de coquilles marines exclut toute idée que ce puisse être un dépôt d'eau douce.

APPENDICE.

RÉSUMÉ DE LA FAUNE ET DE LA FLORE CRÉTACÉES DE L'ALLEMAGNE.

La seconde partie de l'ouvrage de M. B. Geinitz, publié en 1850, est particulièrement consacrée aux corps organisés fossiles de la

formation crétacée de l'Allemagne et consiste en un tableau de ses fossiles (p. 84 à 277) arrangés zoologiquement avec la synonymie des espèces, le gisement et l'indication des localités étrangères où elles ont été aussi rencontrées. L'auteur rapporte ensuite (p. 279 et suivantes) les observations faites par lui ou par d'autres paléontologistes depuis la publication de la première partie; il insiste de nouveau sur la convenance du mot de *formation du quadersandstein* ou *Quadersandsteingebirge* appliqué à l'Allemagne, et termine par quelques observations sur l'emploi du tableau des corps organisés. Les planches jointes à l'ouvrage montrent la disposition stratigraphique de la formation et représentent 44 espèces fossiles, dont 28 n'avaient pas encore été figurées.

La liste générale comprend 1500 espèces réparties de la manière suivante dans les diverses classes :

Reptiles. . . .	4	dont	1 chélonien, 3 sauriens.
Poissons. . . .	87	—	13 cycloïdes, 6 cténoïdes, 16 ganoïdes, 52 placoïdes.
Crustacés . . .	47	—	9 décapodes, 23 lophyropodes (*cytheridæ*), 15 cirrhopodes.
Annélides. . .	46	—	42 *Serpula*, *Vermicularia*, etc., 4 *Talpina*.
Mollusques . .	685	—	81 céphalopodes, 159 gastéropodes, 384 conchifères, 61 brachiopodes.
Radiaires . . .	93	—	69 échinodermes, 9 stellérides, 15 crinoïdes.
Zoophytes. . .	423	—	26 anthozoaires, 283 bryozoaires, 4 polythalames (*vide aliàs*, Reuss, etc.), 110 amorphozoaires.
Végétaux . . .	115	—	12 algues, 1 lichen, 14 fougères, 1 hydropterides, 1 *selaginæ*, 4 *zamiæ*, 3 fluviales, 3 *palmæ*, 24 conifères, 10 *Juliflora*, 1 *terebinthacæ*, 4 carpolites, 1 *antholites*, 29 phyllites? 7 xylolithes.

CHAPITRE IX.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA POLOGNE, DE LA GALLICIE ET DE LA CHAINE DES CARPATHES.

Les dépôts crétacés supérieurs que nous avons quittés à l'embouchure de l'Oder et sur le littoral voisin s'étendent vers l'Est, dans les vastes plaines de la Pologne, où ils apparaissent seulement çà et là, sortant de dessous les sédiments tertiaires et quaternaires qui les occupent. Dès 1819, Alex. Brongniart (1), d'après quelques échantillons que lui avait envoyés Horodecki, annonçait la présence de la craie blanche aux environs de Grodno, en Lithuanie, et de Krzemeniec, en Volhynie. De son côté, M. Buckland comparait à la craie blanche de Meudon la roche qui porte le château de Cracovie.

Pologne.

Plus tard, G. Pusch (2) résumait ainsi les nombreuses recherches

(1) Rapport lu à l'Académie des sciences, le 2 août 1819. — *Descript. géol. des environs de Paris*, in-4, 1822. — Ed. in-8, 1835, p. 161.

(2) *Sluwianina*, Journ. de Varsovie, vol. I et II. — *Journ. de Géologie*, vol. II, p. 60 et 233; 1830. — *Arch. für Miner. von Karsten*, 2e série, vol. II, 2e cah. — *Manuel de Géologie* de M. de la Bèche, traduction française, p. 338; 1833. — Voyez aussi: Eichwald, *Naturhist. Skizze von Litthauen, Volhynien und Podolien*, etc. Wilna, 1831. — Id., *Zoologia specialis*, etc., vol. III. Wilna, 1829-1831. — G. Pusch, *Geognost. Beschreib. von Polen und der übrigen Nord-Karpathen Länder*. 2 vol. in-8, Stuttgardt, 1833-1836. — Carte géologique, 1835. — Blöde, Carte de la partie intermédiaire de la Pologne (*Ueber die Uberg. Gebirgsform.*, etc., 1830). — Becker, Carte du pays au nord-est de Cracovie (*Ueber die Flötzgebirge im sudl. Polen*, 1830. — Lill de Lilienbach, *Description du bassin de la Gallicie et de la Podolie*, avec carte et coupes (*Mém. Soc. géol. de France*, vol. I, p. 45; 1830). — Schindler, *Geogn. Bemerkung. über die Karpathen*, 1818. — Dubois de Montpéreux, Carte de la Volhynie et de la Podolie, 1831 (*Conchyliologie fossile*, etc.). — *Arch. für Min. von Karsten*, 2e sér., vol. II, 1er cah. — A. Schneider, Observations géologiques sur la Volhynie, la Podolie et la Lithuanie, *ib.*, vol. VII,

Disposition générale. Travaux de G. Pusch.

qu'il avait faites sur la craie de la Pologne. En commençant à l'ouest, dit-il, elle remplit la cavité située entre le plateau du sud-ouest de Tarnowitz et la chaîne métallifère de Sandomirz à Kielce, pour s'étendre jusqu'à la Vistule. De Pacanow, sur ce fleuve, jusqu'à Rachow au nord, la craie est recouverte par des marnes, et se trouve interrompue par la grauwacke de Sandomirz. Elle reparaît au delà de Rachow, à l'ouest de la Vistule, autour de Ozarow, Lassocin, Tarlow, Sienna, Solec, Lipsko et Janowiec, pour se prolonger sur la rive droite du fleuve où elle occupe presque toute la partie sud du district de Lublin, entre Pulawy, Rachow, Krasnyslaw et Tomaszow, d'où elle pénètre en Gallicie par Rawa et Rusko. On peut la suivre encore vers Lemberg et la vallée du Dniester, se liant alors avec la craie du plateau de la Podolie.

A partir de Krasnystow, commence une zone de craie blanche qui s'élève de dessous les dépôts plus récents, en formant des collines isolées, et qui se continue au nord par Raiawiec, Siedlszcza et Chelm. A cette zone se rattachent les lambeaux isolés sur le Bug, près de Wlodowa, Koden, Terespol, Mielnik et Drohiezyn, de même que ceux de Bransk, sur le Norzek, de Bielsk et de Suraz, sur le Narew, de Szczuczyn et d'Iszezolny, sur le Koder, celui qu'on observe entre Lipsko, Holynka et Palomin, sur le Bober, enfin ceux de Grodno, de Wielka, de Mala-Bala et de Puszkary, non loin de Lipsko, à un mille et demi au-dessous de Grodno.

Ces îlots crayeux de la Lithuanie s'étendent vers l'O., à travers les plaines marécageuses de la Prusse orientale et occidentale, et dans les districts d'Augustow, de Podlachien, de Plock, de Magowien et de Kalisch, ainsi que dans le duché de Posen. Il y en a encore des traces entre Thorn et Wroclaweck, sur le cours inférieur de la Vistule, comme dans les districts de Leszyca et de Konin. Il est donc probable, comme nous le disions en commençant, que la for-

---

p. 311.—Sur la formation des Carpathes, près de Skole, *ib.*, p. 169-120. — De Dechen, *Ubers.-Karte von Deutschland*, etc., 1 feuille, Berlin, 1839. — G. de Helmersen, *Uebersichts-Karte*, etc. : Carte géol. de la Russie d'Europe. 1 feuille. Saint-Pétersbourg, 1840; Id., *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. VIII, année 1841, publié en 1844. — R.-I. Murchison, E. de Verneuil et comte de Keyserling, Carte géol. de la Russie d'Europe, 1845. — Haidinger, *Geognostische Karte des Oesterr. Kaiserstates*, 1845. — Réduction par J. Sheda, 1847.

mation crétacée constitue partout le sous-sol des argiles, des lignites et des sables, soit tertiaires, soit quaternaires.

Les couches crétacées présentent, de bas en haut, une *craie marneuse*, quelquefois *glauconieuse*, puis une *craie blanche supérieure*. La première domine en Pologne sous l'aspect d'une marne calcaire, tendre, blanche ou gris clair, se dilatant à l'air et produisant un sol fort estimé pour la culture des céréales; c'est le *redzina* ou *opoka* des environs de Cracovie, de Sandomirz et de Lublin. La roche devient sablonneuse (Mieschow, Kazimirz, sur la Vistule) ou se charge de grains verts (Czarkow, Scezerbakow, Solec, etc.). Des calcaires blancs, plus solides alternent avec les marnes; et dans un puits, pratiqué à Sczerbakow, pour la recherche du sel, la série de ces couches avec toutes leurs variétés a été traversée sur une épaisseur de 109 toises.

Pusch rapportait à cet étage des amas puissants de gypse cristallisé et compacte, fréquents sur les bords de la Nida, entre Pinczow et Busko, Stobnica et Wislica; puis entre Cracovie et Skalmirz, près de Staszow, entre Chmielnik et Busko, et qu'on observe encore en Gallicie dans le bassin de Lemberg, comme au delà vers le Dniester et en Podolie; mais ces relations ont été révoquées en doute par M. Boué (1), et il en est de même des gisements de soufre liés à ces amas.

Quant à la craie blanche qui vient au-dessus des marnes, elle est identique avec celle de l'Angleterre; elle renferme quelquefois des assises plus dures et une plus grande quantité de silex pyromaques que la craie marneuse. Elle est particulièrement développée dans la partie orientale du district de Lublin, autour de Zamosc, de Rajowiec et de Chelm, puis le long de la frontière russe jusqu'à Grodno, où elle repose sur le sable vert. La craie recouvre aussi le calcaire jurassique dans la vallée d'Iwanowice, et entre Malogosez et Jedrzcow. La stratification partout bien prononcée est presque toujours horizontale. Sur la Nida et en Lithuanie, la craie renferme l'*Ananchytes ovata*, le *Spatangus cor-anguinum*, le *Galerites albogalerus*, des *Cidaris*, le *Belemnites mucronatus*, l'*Inoceramus Brongniarti*, le *Pecten cretosus*, le *P. asper* et beaucoup d'autres espèces; mais nous ne pouvons pas encore admettre, avec l'auteur, qu'elles soient associées avec des fossiles jurassiques.

Au sud-est la craie marneuse, prolongement de celle de Lemberg

(1) *Journal de Géologie*, vol. II, p. 235, *nota*.

et de la Pologne moyenne, occupe la région située entre le Boug, le Dniester, autour de Janow, de Lubin, de Mikalojew, etc. Masquée par les dépôts tertiaires, elle se continue de Haliez par Mariampol et Nizniow vers Zalesczki, sur le Dniester. Elle occupe, à l'ouest de ce fleuve, les environs de Tlumarez, d'Otynica, d'Horenka, d'Obertyn et de Stanislawow jusqu'au pied des Carpathes. Au nord du Dniester, elle existe sous le terrain tertiaire, entre Brzezan, Tarnopol, Satanow, Grudek et le fleuve.

La craie blanche se voit aussi sur un grand nombre de points, se prolongeant jusqu'autour de Brody et dans les plaines de la Volhynie (Radziwilow, Tuczin, Rowno, etc.). Les Bélemnites abondent autour de Grodno, mais paraissent être rares dans la Volhynie où les échinodermes, les Térébratules, les Inocérames et les Huîtres sont très répandus.

Plus au sud, dans les plaines de la Bukowine, de la Moldavie, de la Podolie et de la Bessarabie, la craie ne se montre plus que çà et là, comme sur les bords du Dniester, entre Jarosz et Mohilew, de Raszkow à Jaorlik sur le Pruth, près de Kolomca, de Sniatyn, de Sadagora, de Sereth, de Rosswan, d'Illina et de Jassy.

Enfin G. Pusch réunissant dans sa Paléontologie polonaise ou Figures et descriptions des fossiles des terrains de la Pologne, de la Volhynie et des Karpathes (1), tous les documents qu'il avait rassemblés pendant ses longues et consciencieuses recherches, a indiqué ceux de ces fossiles qui provenaient des couches crétacées de ces pays et qui justifient très bien la place qu'il leur avait assignée dans la série géologique.

Descriptions locales.

Après avoir donné un aperçu de la distribution et des caractères généraux de la formation crétacée de la Pologne, de la Gallicie et de quelques provinces voisines, nous l'étudierons plus en détail d'abord sur la rive gauche de la Vistule, au nord de Cracovie, puis sur sa rive droite. Nous l'examinerons aux environs de Lemberg et la suivrons des deux côtés du Dniester dans la partie supérieure de son bassin; enfin nous rapprochant des Carpathes et pénétrant dans la chaîne, nous traiterons des roches de la même formation qui y sont comprises et que les précédentes circonscrivent au nord et au nord-est.

---

(1) *Polens Paläontologie oder Abbildung und Beschreibung*, etc., in-4 avec 16 pl. Suttgardt, 1837. — Sur l'*Astacus leucoderma*, Écrevisse fossile du grès vert des Carpathes (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 130).

Rive gauche de la Vistule.

M. Zeuschner (1), qui s'occupe depuis longtemps de la géologie de la Pologne méridionale, a décrit particulièrement les dépôts jurassiques et crétacés des environs de Cracovie. Les derniers constituent au nord de la ville des roches regardées comme identiques avec l'étage du pläner de la Bohême. Sur le plateau qui domine Cracovie dans cette direction on peut y tracer deux assises, les marnes du pläner et le calcaire pläner.

Les marnes pläner qui recouvrent uniformément et sans intermédiaire le coral rag près de Minoga, etc., sont d'un gris clair, fendillées, et renferment des lits minces d'argile jaune. Il y a du fer sulfuré et de nombreux fossiles semblables à ceux des couches correspondantes de la Bohême.

Ces marnes passent insensiblement vers le haut au calcaire pläner divisé lui-même en deux assises. L'inférieure est un calcaire avec des rognons de hornstein gris; il est gris ou gris blanc, un peu écailleux, schistoïde, rarement en bancs épais. Les silex sont quelquefois en lits de 0^{m},25 d'épaisseur. On y trouve des Ananchytes, des Micraster et des bryozoaires, remplis par la silice, des spongiaires, des bivalves, mais rarement des Ammonites. Cette assise n'est connue que sur une faible étendue, entre Wysacice et la Vistule, là où le soulèvement du système paraît être le plus prononcé.

L'assise inférieure se lie à la suivante ou calcaire pläner proprement dit de l'auteur et dont les fossiles paraissent être les mêmes. La roche passe à une marne crayeuse, blanche ou gris clair, en bancs épais, alternant avec des bancs schistoïdes. Il n'y a ni silex pyromaques, ni silex cornés. Quoique sa puissance soit considérable, les fossiles sont généralement rares; quelquefois on les trouve accumulés dans un espace très restreint.

M. Reuss avait déjà comparé le calcaire pläner avec hornstein à la craie grise marneuse et le calcaire sans silex à la craie inférieure (*lower chalk*) d'Angleterre. Le lehm qui la recouvre se continue également à la surface du coral rag. Comme les couches jurassiques, celles de la craie sont horizontales. Les deux formations ont été soulevées en masse et partagées de manière à présenter au nord de Cracovie des chaînons de collines parallèles. L'étage crétacé, profondément raviné, ne constitue en réalité que des îlots qui deviennent d'autant plus rares et espacés qu'on s'avance vers le sud jusque près de Podgorze, sur la rive droite de la Vistule. M. Zeuschner rapporte

(1) *Berichte über die Mittheilung*, etc., vol. II, p. 479; 1847.

et parallèles. La stratification est nette, horizontale, ou montre quelques inflexions de 2° à 5° vers l'E. La masse, dont l'épaisseur totale atteint 100 mètres, est divisée en tranches minces par des fentes verticales. Les échinodermes (*Ananchytes* et *Micraster*) caractérisent particulièrement ce niveau par leur abondance, et forment à eux seuls des bancs entiers. Ils sont complétement remplis et entourés par la silice, qui a aussi pénétré ou remplacé le test des coquilles bivalves, du reste, assez rares. Les fossiles du calcaire avec ou sans silex sont :

Scyphia Decheni, Gold., *S. Murchisoni*, id., *S. Oeyenhausii*, id., *S. nuciformis*, Hag., *Manon Pezziza*, Gold., *M. capitatum*, id., *Cœloptychium agaricoides*, id., *Aulopora ramosa*, Hag., *Escharina radiata*, Roem., *Turbinolia centralis*, Mant., *Ananchytes ovata*, Lam., *A. striata*, var. Gold., *A. analis*, Roem., *A. pyramidalis*, n. sp., *Micraster cor-testudinarium*, Ag., *M. cor-anguinum*, id., *Galerites albo-galerus*, Lam., *Cidaris vesiculosus*, Gold., Crinoïdes, *Terebratula carnea*, Sow., *T. plicatilis*, id., *Ostrea vesicularis*, Lam., *Pecten membranaceus*, Nils., *P. Nilssoni*, Gold., *P. miscellus*, Mant., *Spondylus lineatus*, Gold., *S. radiatus?* id., *Lima aspera*, Mant., *Inoceramus Cuvieri*, Sow., *I. Brongniarti*, id., *I. annulatus*, Gold., *Trochus Basteroti?* Al. Brong., *Belemnites mucronatus*, Schloth., *Ammonites peramplus*, Mant., *A. Cottæ*, Roem., *Hamites rotundus*, Sow., *Baculites anceps*, Lam.

D'après ces fossiles, nous sommes porté à ne voir encore dans cette partie de la Pologne que le premier étage du groupe de la craie tuffeau ; le second, si bien caractérisé par ses espèces de céphalopodes, n'y existe probablement pas, et le rapprochement des marnes de la première assise avec les marnes pläner de la Saxe et de la Bohême ne serait pas plus exact, ces mêmes marnes devant être aussi plus élevées dans la série que le niveau auquel M. Zeuschner les rapporte.

Gallicie et Podolie.

Dans une excellente *Description du bassin de la Gallicie et de la Podolie* (1), accompagnée d'une carte et de coupes géologiques, Lill de Lilienbach a fait connaître, d'une manière très détaillée, les dépôts tertiaires, secondaires et de transition que l'on observe au nord-est de la chaîne des Carpathes, entre la rive droite de la Vistule, à partir de Cracovie, et les villes de Chotin et de Sereth sur la frontière de la Moldavie. Le dépôt secondaire le plus inférieur, dit

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, vol. I, p. 85, pl. 6, 1833.

ce géologue (p. 85), appartient au calcaire jurassique; mais il n'existe que dans la partie la plus occidentale du bassin, tandis que la craie acquiert un grand développement en Podolie, où elle recouvre le grès de transition au fond des vallons, et forme la base du terrain tertiaire. Elle peut se diviser en craie marneuse ou argileuse et en craie tendre. Ces deux variétés passent l'une à l'autre, et l'inférieure passe quelquefois vers le bas à du sable vert. Ces dépôts sont surmontés d'un grès à lignite ou d'un calcaire également tertiaire. Le gypse ne recouvre que la craie grossière ou inférieure.

La craie supérieure, tendre ou dure, est terreuse ou compacte, et de teintes claires ou blanches. Les silex y sont en rognons ou en plaques; ils se montrent surtout dans les vallées de la Zlota-Lipa, depuis Brzeszany jusque vers Nisniow, dernier point où ils ont été exploités. Sur la rive orientale du Podhorce ils sont jaunâtres et très purs. Les fossiles y sont rares. Ce n'est que sur la limite septentrionale de la plaine de la Gallicie et de la Podolie que l'on voit la craie reposer sur le grès vert. Le plus ordinairement, elle recouvre les grès de transition le long du Strypa et du Dniester. On ne l'observe, d'ailleurs, qu'entre le premier de ces cours d'eau et le Koropiec, depuis Podhayce, et de Sokolniki jusqu'au Dniester, à Potok, Koropee et Nisniow.

La craie marneuse, argileuse ou sableuse est quelquefois assez compacte, schistoïde, jaune, grise, blanchâtre ou gris bleuâtre, quelquefois micacée, et passant à un grès par la prédominance du sable. Nous ne parlerons point des fossiles mentionnés par l'auteur, qui n'en avait fait aucune étude personnelle, et qui se borne à reproduire les citations en partie fausses empruntées à Pusch. Nous avons seulement rapporté plus loin celles que des recherches ultérieures ont prouvé être exactes. Les couches de cette assise sont très minces, horizontales ou faiblement inclinées au N. Elles reposent sur le grès de transition lorsque le sable vert vient à manquer.

Lill de Lilienbach trace ensuite la distribution des lambeaux de craie marneuse de Lemberg et des environs. Les collines les plus septentrionales, vers la plaine de Brodi, en sont composées jusqu'au sommet, et près de Podhorce, la craie est recouverte de grès à lignite comme sur beaucoup d'autres points. Entre Naraiow et Brzeszany, c'est un calcaire globulaire tertiaire qui est au-dessus, et de cette dernière ville, au bord du Dniester, elle repose tantôt sur le calcaire à Orthocératites (entre Zowolow et Korzowa), tantôt sur

le grès vert. Elle constitue les hauteurs les plus considérables du plateau de la Podolie et de la Gallicie, sous la forme de collines allongées et à pentes douces.

Le gisement des amas de gypse, relativement à la craie, est resté souvent fort obscur pour l'auteur. A une demi-lieue au nord-ouest de Lemberg, le gypse compacte et cristallin est exploité et accompagné d'argile bleuâtre et de grès. Son *substratum* n'est pas connu ; il en est de même des amas qui, de l'est de Simanowk, s'étendent vers Szcerzec. Dans cette dernière localité, le gypse compacte blanc domine et renferme du soufre. A une lieue au nord de ce point on trouve, sur les couches marneuses rapportées à la craie et de 20 mètres d'épaisseur, un banc de soufre de 2^m,50 qui est connu sur une étendue de 1600 mètres. L'auteur cite ensuite un grand nombre d'autres gisements de gypse ; mais nulle part il ne signale une superposition bien nette qui permette de déterminer leur âge par rapport aux couches évidemment crétacées, tandis qu'ils sont incontestablement recouverts par des dépôts tertiaires. Des couches argileuses, remplies de cristaux de gypse, et qui ont été observées sous les marnes de la craie, ne suffiraient pas d'ailleurs pour établir que les grandes masses de gypse exploitées occupent la même position.

Comme ces masses ne sont pas toujours recouvertes et qu'elles sont placées sur les plateaux, elles y affectent des formes très prononcées : tels sont les rochers de Sczerzec et de Rohatyn. On en voit qui sont discontinues, depuis Lemberg et Sczerzec jusqu'à Babin sur le Dniester, et qui sont dirigées du N.-O. au S.-E. Lill croit que les relations du gypse et de la craie se reconnaissent mieux sur la rive gauche de la Vistule, particulièrement sur les bords de la Nida, près de Szczerbakow, Wislica, Gorki, etc., où se montrent des masses considérables de gypse et de soufre ; mais il ne semble pas que, dans les exploitations de Czarkow, ces substances soient évidemment subordonnées à la craie, tandis que leur superposition à celle-ci, dans cette dernière localité, ne paraît point douteuse.

Le grès vert est composé de sable fin ou grossier, de grains verts et de fragments de roches quartzeuses. Ce sont des alternances de grès calcarifères et de grès quartzeux ; ces derniers, plus développés, se lient à la craie marneuse. A Baranow, sur la Zlota-Lipa, les grès fins, calcaréo-argileux, passent à une marne argileuse gris de fumée, micacée, avec des lamelles de calcaire spathique. Les fossiles qu'y signale l'auteur sont insignifiants ou mal déterminés. Ce grès vert,

en lits minces, horizontaux, supporte la craie dans la vallée de Zlota-Lipa, près de Zawolow, d'où il s'étend, par Serednie, Zaturzyn et Markowa, se trouvant en contact avec des grès rouges de transition. A Baranow, il se montre également et se continue jusqu'au Dniester. Il existe à Babin, sur le grès de transition, et, au nord du fleuve, le long du Sereth, près de Bilcza, un calcaire sableux qui en fait partie, est placé entre le calcaire à Orthocératites et le gypse.

Environs de Lemberg.

Plusieurs paléontologistes se sont occupés des fossiles crétacés des environs de Lemberg et en particulier de Nagorzany, village situé à 2 milles au sud. Ainsi M. de Hauer (1) a mentionné 60 espèces, entre autres *Belemnites mucronatus*, Schloth., *Nautilus elegans*, Sow., *N. Bouchardianus*, d'Orb., *N. simplex*, Sow., *N.* n. sp., *N. Fleuriausianus*, d'Orb.? *Ammonites lewesiensis*, Mant., *A. multiplicatus*, Roem., *Scaphites æqualis*, Sow., *S.* n. sp., *S. compressus*, d'Orb., *S. constrictus*, id., *Baculites anceps*, Lam., *Avellana cassis*, d'Orb., *Natica excavata*, Mich., *Phorrus*, etc. En cet endroit, les marnes sont recouvertes par des dépôts tertiaires, et sur d'autres points elles sont surmontées par l'équivalent de la craie blanche et reposent sur un grès vert. Les marnes des environs de Lemberg ont été comparées aux couches de Lemförde et de Haldem (Westphalie), mais les fossiles que nous venons de citer doivent les faire placer dans le véritable pläner.

M. Kner (2), dans un premier mémoire, a trouvé que peu de ces fossiles correspondaient à ceux de la craie de Bohême et du nord de l'Allemagne. Il en a distingué 86 espèces dont 19 nouvelles, recueillies dans un espace assez restreint, et non compris les espèces de la craie à silex. Plus tard le même auteur (3), dans un autre essai sur les fossiles de la craie de la Gallicie orientale, a porté ce nombre à 159, dont un reptile (*Mosasaurus*), des poissons à Mikulince, Lemberg et Nagorzany, puis des crustacés, des annélides et des céphalopodes (*Belemnites lanceolatus*, Sow., *Nautilus Archiacianus*, d'Orb., *N. pseudo-elegans?* id., *Ammonites varians*, Sow., à Mikulince et Czartorya, *A.*, n. sp., *Scaphites constrictus*, d'Orb. var., *Hamites*, *Turrilites bicarinatus*, Sow., *Baculites*, etc.). Dans la liste générale des espèces, on peut reconnaître que les céphalopodes

---

(1) *Berichte über die Mittheilung*, etc., vol. II, p. 433, 1847.

(2) *Berichte über die Mittheilung*, etc., vol. III, p. 254, 1848. — *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 478.

(3) *Neu Beiträge zur Kenntniss*, etc. (*Denkschrift. der Kaiserl. Akad. d. Wissensch.*, vol. III, p. 293, et pl. 15-17. Vienne, 1852).

annoncent la présence du premier et du second étage de la craie tuffeau ; les brachiopodes, la craie blanche et la craie tuffeau supérieure et moyenne ; les radiaires, les ostracées, les Inocérames et les *Pecten*, la craie blanche aussi et la craie tuffeau supérieure. L'étage du quadersandstein inférieur manque avec le niveau de l'*Exogyra columba*, que nous retrouverons tout à l'heure un peu plus à l'ouest.

M. Aloys-d'Alth (1) a élevé le nombre des espèces fossiles des marnes à 213, non compris les végétaux. En faisant abstraction des 24 foraminifères, l'auteur mentionne 61 espèces à Nagorzany, 104 à Lemberg, et 24 communes aux deux localités; sur les 213 espèces 120 étaient déjà connues ailleurs, et 91 sont nouvelles. La distribution des premières dans les diverses parties de l'Allemagne, et plus à l'ouest, porte l'auteur à conclure que les couches de ce district représentent la craie inférieure ou craie grise (*chalk without flints*) d'Angleterre, et que celles de Lemberg et de Nagorzany sont du même âge. Peut-être, d'après ce que l'on a vu plus haut, serait-il plus exact d'y voir les deux premiers étages du groupe de la craie tuffeau avec quelques espèces de la craie blanche comme nous l'avons déjà observé dans le bassin supérieur de l'Elbe?

Région des Carpathes. — Travaux de M. Zeuschner.

Quoi qu'il en soit, considérées dans leur ensemble, les couches crétacées que nous venons de décrire dans la Pologne, la Gallicie et la Podolie, reposant sur des roches jurassiques ou de transition, correspondent à une partie du premier et du second groupes, et représentent la plupart des assises qui, dans les bassins de l'Oder, de l'Elbe et plus à l'ouest, sont désignées sous le nom collectif de *pläner ;* mais il est plus que douteux que le quadersandstein inférieur de ces dernières localités soit représenté par les minces lambeaux de grès vert du Dniester supérieur ; de sorte que sur toute cette bordure nord et nord-est de la région des Carpathes et jusqu'aux rives de la Baltique, rien n'annoncerait l'existence de dépôts plus anciens que le second étage de la craie tuffeau.

Si nous avançant actuellement au sud nous pénétrons dans la chaîne même, nous trouverons, au contraire, entre cet étage et les couches

---

(1) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. VI, p. 91, 1850.— *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 179. — Voyez aussi un mémoire par le même, Sur le soulèvement du grès carpathique, par rapport au terrain intermédiaire en Podolie et en Volhynie (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 331). — Baumer, Observations minéralogiques sur la Podolie et la Moldavie (*Schrift d. in S. Petersburg gestift. Russ. K. Ges. f. d. ges. Miner.*, vol. I, 1842, p. 163).

jurassiques, des dépôts crétacés de la base du second groupe, puis d'autres du quatrième, le gault paraissant y manquer comme en Allemagne On a vu (*antè* vol. II, p. 866 et III, p. 168) quels étaient les caractères et la disposition des sédiments tertiaires inférieurs ou nummulitiques, moyens, et peut-être supérieurs, des environs de Cracovie et du versant septentrional du Tatra, ainsi que les opinions diverses émises à leur sujet; nous continuerons ici l'examen de cette région en descendant dans les couches plus anciennes.

Dans son mémoire sur la relation du grès à Fucoïdes des Carpàthes avec le calcaire à Ammonites du versant nord du Tatra, et sur l'âge de ces roches sédimentaires (1), M. L. Zeuschner s'était peu occupé de la formation crétacée, mais nous le voyons confondre ailleurs (2) des séries complétement distinctes et même intervertir l'ordre des couches. C'est ainsi qu'il admet dans les Carpathes, à partir du lias ou en allant de bas en haut: 1° Dolomies nummulitiques; 2° grès à Fucoïdes; 3° calcaire à Ammonites; 4° grès à Fucoïdes; 5° grès à *Exogyra columba;* 6° calcaires peu développés des environs d'Iglo.

Le calcaire à Ammonites, concordant et alternant avec le grès à Fucoïdes, présenterait un mélange de fossiles jurassiques et néocomiens. Parmi ces derniers l'auteur cite les *Ammonites simplus*, d'Orb., *diphyllus*, id., *Morelianus*, id., *picturatus*, id., *subfimbriatus*, id., *fascicularis*, id., *strangulatus*, id., *infundibulum*, id., *Scaphites Ivanii*, Puz., *Terebratula diphya*, Fab. Col., *T. deltoidea*, Lam., etc. Sur le versant septentrional du Beskide, il signale encore, au milieu de ce qu'il nomme calcaires à Fucoïdes, *Belemnites bipartitus*, Blainv., *dilatatus*, id., *pistiliformis*, id. *Orbignyanus*, Duv.

M. Zeuschner (3) pense que les dépôts secondaires des Carpathes ont des caractères qui les distinguent de ceux de l'ouest de l'Europe et même de l'Allemagne. Les grès y seraient particulièrement développés aux dépens des calcaires qui n'y constituent que des as-

---

(1) *Ueber das Verhältniss des Fukoiden-Sandsteins*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 171). — Voyez aussi : *Rzut Oku na budowc geologicsna przez L. Zeysznera.* Varsovie, 1842.

(2) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. II, p. 126, 1847. — On trouve souvent écrit *Zeisner* ou Zeiszner pour *Zeuschner.*

(3) *Ibid.*, vol. III, p. 129, 1847. — Voyez aussi, V. Lipold, *Abhandl. über die geogn. Verhältn. der Harsch. Nadworna* (cercle de Stanislawawer, en Gallicie), *ib.*, vol. IV, p. 99, 1848.

sises subordonnées, tandis que c'est le contraire dans l'ouest. Les calcaires qu'il nomme calcaires à Ammonites, à cause de l'abondance de ces fossiles, alternent avec le grès des Carpathes et lui sont intimement liés. Ici l'auteur sépare des grès à Fucoïdes ceux qui renferment des fossiles néocomiens. Les dolomies qui alternent également avec le grès carpathique sont concordantes avec le lias sous-jacent, et d'un autre côté les couches nummulitiques se lieraient aussi à ce même grès. On a déjà dit (*antè*, vol. III, p. 166) combien les vues de sir R. Murchison étaient en contradiction avec celles du géologue dont nous parlons, et de quel côté nous avons cru apercevoir la vérité. Mais en outre, suivant M. Zeuschner, le *calcaire alpin* du Tatra ne renfermerait que des fossiles du lias et le *calcaire à Ammonites* diverses formes jurassiques avec des formes néocomiennes dominantes. Les assises de cet étage ne se montrent point dans les calcaires du Tatra, et ces derniers ne sont nulle part en rapport avec le grès des Carpathes, ce qui est l'inverse pour les précédents subordonnés à ce même grès.

Beaucoup de fossiles du grès carpathique sont néocomiens; d'autres en ont l'aspect général, quoique spécifiquement différents; enfin on y trouverait mélangées des espèces de chacun des trois groupes jurassiques, sans qu'il y en ait aucune des groupes crétacés supérieurs. De ces divers faits l'auteur croit pouvoir conclure, ou que cet ensemble de couches appartient en totalité au groupe néocomien, ou que les espèces jurassiques ont continué de vivre après la période qu'ils caractérisent spécialement, ou enfin que le tout est un dépôt particulier contemporain à la fois de la formation jurassique et de la période crayeuse inférieure.

D'après les fossiles, M. Zeuschner établit deux divisions dans le grès des Carpathes : l'une inférieure contenant à la fois, comme on vient de le dire, des formes jurassiques et néocomiennes avec des Fucoïdes, l'autre supérieure n'offrant que des corps organisés propres aux sables verts crétacés (*Grünsand*). Dans la première, on trouve subordonnés un calcaire à Ammonites et une Dolomie nummulitique ; dans la seconde, sont des calcaires bruns avec des Myes et des Dentales (Odoryn près d'Iglo). Nous sommes obligé de suivre ici l'auteur dans sa manière de décrire ses deux divisions, mais nous faisons nos réserves quant aux associations de fossiles que nous citons d'après lui et à la succession réelle des couches qui les renferment.

1re *division*. Le grès carpathique proprement dit est gris, plus ou moins schisteux, composé de grains de sable agglutinés par un

ciment de dolomie ferrugineuse, argilifère, qui le distingue de tous les grès connus (1). Quelques conglomérats y sont subordonnés, et l'on y observe de ces empreintes de Fucoïdes invariablement rapportées par tous les géologues aux *Fucoides Targioni* et *intricatus*. A un mille de Cracovie, au pied du Beskide, se trouve un mélange de nombreux fossiles néocomiens et jurassiques (*Belemnites bipartitus*, Bl., *pistiliformis*, id., *dilatatus*, id., *Orbignyanus*, Duv., *Ammonites fimbriatus*, Sow., *Aptychus lamellosus*, Bronn, *Terebratula concinna*, Sow., *T. substriata*, Schloth., *Thecidea hieroglyphica?* Defr., *Pentacrinites basaltiformis*, Mill., *Eugeniacrinites nutans*, puis des espèces nouvelles d'*Ostrea* et d'*Exogyra*).

Le calcaire à Ammonites forme des amandes subordonnées au grès, tout le long de la chaîne, depuis le Siebenbürgen jusqu'à Trentschin. Ce sont des calcaires marneux, argileux, et des grès qui présentent plusieurs variétés, et dont l'auteur croit retrouver les analogues dans les Alpes du Tyrol et du Salzbourg. Nous ferons remarquer ici que parmi les roches qu'il cite de ces dernières localités, non seulement il y en a qui sont jurassiques, mais encore il y a des calcaires du trias.

Ces roches des Carparthes sont les suivantes :

1° Calcaire grenu à Encrines, formant la base du système et reposant sur un grès à Czorsztyn ; il est rouge ou blanc ; son épaisseur atteint rarement 30 mètres, et il renferme quelques *Terebratula Bouei*, Zeusch.

2° Calcaire homogène, dur, ou calcaire à Ammonites proprement dit, rouge, blanchâtre ou rose, plus rarement jaune, en bancs épais et exploités comme marbre. La présence de la marne lui donne d'autres caractères. Des rognons calcaires rouges, diversiformes, sont réunis par un calcaire marneux, de teinte foncée. Ce serait l'analogue des marbres employés dans la plupart des églises de la haute Italie, à Venise, à Padoue, à Vérone, etc., de celui que nous avons vu désigné sous le nom de *biancone* (calcaire néocomien) dans le nord de l'Italie, et que l'auteur réunit au calcaire rouge à Ammonites de l'âge de l'*Oxford clay ;* enfin ce serait aussi le représen-

(1) *Neu. Jahrb.*, 1843, p. 161.— Voyez E.-F. Glocker : Sur une nouvelle pétrification problématique dans les sphérosidérites argileuses des grès carpathiques du Beskide, avec des remarques préliminaires sur les fossiles de ce district (*Verhandl. d. K. Leop. Carol. Akad. d. nat.*, 1841, vol. XIX, p. 673, pl. 78).

tant des marbres blancs et rouges des Alpes, du Salzbourg (Hallstadt, Aussee, Eisnau, Durrenberg près Hallein, etc.).

3° Calcaire marneux, bleu grisâtre, tacheté, avec des Fucoïdes, des pyrites et beaucoup d'Ammonites (*A. Murchisonæ*, Sow., *Conybeari*, id., *Birchii*, id.). Des roches semblables avec *Aptychus lamellosus* existent à Durrenberg.

4° Marnes schisteuses rouges, rarement bleues, avec des argiles noires en fragments anguleux, des rognons de sphérosidérites, mais peu de fossiles.

5° Calcaire avec silex cornés, gris clair, jaunâtre, plus rarement rougeâtre, en bancs épais, quelquefois schistoïde, très solide, devenant terreux ou poreux et rappelant le calcaire écailleux ou *scaglia* de l'Italie. Son analogue existerait près du lac de Hallstadt.

6° Grès gris, à grain fin, avec points verts.

Quoique subordonnées au grès carpathique et d'une épaisseur totale de 700 à 1000 mètres, ces assises s'y montrent avec une constance remarquable. Ainsi le calcaire à crinoïdes recouvre le grès de la base de la formation, puis viennent la marne schisteuse et des calcaires rouges ou blancs à Ammonites, l'argile noire avec des sphérosidérites et des calcaires marneux avec des fossiles du lias. Au-dessus se répéteraient, suivant M. Zeuschner, les couches à crinoïdes, des grès gris, séparant souvent des calcaires crayeux avec hornstein, uniformément recouverts à leur tour par le grès carpathique. L'auteur cite dans ces couches et comme y étant associés ou mêlés des fossiles d'espèces jurassiques (*Ammonites Murchisonæ*, Sow., *A. Conybeari*, id., *A. annularis*, Rein., *A. polyplochus*, id., *A. biplex*, Sow., *Aptychus lamellosus*, Bronn, *A. latus*, von Mey., *Avicula inæquivalvis*, Sow., *Pentacrinites sub-teres*, Gold., *P. basaltiformis*, Mill.) et des espèces néocomiennes (*Ammonites simplus*, d'Orb., *A. Morelianus*, id., *A. diphyllus*, id., *A. picturatus*, id., *A. subfimbriatus*, id., *A. fascicularis*, id., *Scaphites Ivanii*, Puz., *Terebratula diphya*, Fab. Col.) réunies à d'autres propres au pays et qui, sans être précisément néocomiennes, en sont cependant plus voisines que des autres types. Tels sont les *Ammonites carachtheis*, Zeusch. du Tatra, *arvensis*, id., *Andrzejowskii*, id., 4 autres espèces nouvelles et 9 Térébratules également nouvelles, parmi lesquelles on peut citer les *T. Agassizii* et *Bouei*, Zeusch.

M. Zeuschner conclut de ces faits, conformément à ce qu'il avait avancé plus haut, que le calcaire à Ammonites ne correspondrait à au-

cun des membres de la formation jurassique proprement dite, mais qu'il serait le résultat de la réunion des couches jurassiques et néocomiennes, et sa faune celui du mélange de leurs formes organiques. Le grand nombre d'espèces néocomiennes prouverait, dit-il, que les calcaires sont, en effet, subordonnés au grès des Carpathes, et, quant à l'opinion qu'ils représenteraient le coral-rag avec un caractère méridional, ou bien encore le lias des Alpes, elle est détruite par les caractères paléontologiques et les rapports de gisement. Les dolomies nummulitiques seraient inférieures aux calcaires précédents et alterneraient avec des grès reposant d'une manière concordante sur le *calcaire alpin liasique*, pour ne se montrer d'ailleurs que sur les points où le soulèvement a été le plus considérable. Mais nous avons déjà cherché à faire voir (*anté*, vol. III, p. 166) combien l'opinion de sir R. Murchison, contraire à celle-ci, était de beaucoup la plus probable.

La *seconde division* de M. Zeuschner comprend le grès carpathique supérieur ou *grès vert* qui se lie intimement au précédent et qui est caractérisé par l'*Exogyra columba*. A Ortowa et à Podgrod, ce grès ressemble beaucoup à l'inférieur; il est plus marneux entre Iglo et Grossaroch, et l'on y trouve quelques veines de combustible. Les fossiles y sont nombreux, et l'*Exogyra columba*, associée avec quelques autres fossiles (*Cardium Hillanum*, *Pecten*, *Pholadomya Esmarkii*, etc.), forme un banc épais très étendu. Dans le voisinage du charbon on trouve des empreintes végétales (*Salicites crassifolius*, *S. Petzholti*, *Alnites strictus ?*)

Les grès et les calcaires supérieurs des Carpathes auraient, d'après l'auteur, la plus grande analogie avec les couches crétacées de la vallée de Gosau (schistes coticules et calcaires bruns), et les fossiles viendraient confirmer ce rapprochement. Le charbon de Kluknawa représenterait celui d'Isenau, près de Gmünden.

Enfin, les dépôts tertiaires se sont formés sur les pentes nord et sud de la chaîne des Carpathes, en s'appuyant horizontalement contre les dépôts secondaires inclinés, mais pénétrant rarement dans les vallées. Le grès carpathique qui devrait exister au nord, entre les dernières assises jurassiques et la craie marneuse, ne s'y montre jamais, et cela, quoique le coral-rag de Skotnelli soit à peine éloigné de 200 mètres du grès carpathique de Libertow (1).

(1) On doit encore à M. Zeuschner : 1° un mémoire sur le classement des roches arénacées et calcaires des Carpathes septentrionales,

Recherches de M. Hohenegger.

Plus à l'ouest, M. L. Hohenegger (1) a décrit les environs de Teschen (Moravie). Un calcaire, désigné sous le nom de calcaire de Stramberg et recouvert par des grès et des schistes, forme des cimes élevées près de cette dernière localité et à Kotzobenz. Il reste d'ailleurs à déterminer si les schistes avec fossiles néocomiens sont liés aux grès ou s'ils sont plus anciens. Ces grès jouent un rôle important dans la Moravie où ils alternent avec des conglomérats dont les fragments proviennent du calcaire de Stramberg. Ainsi à Bogkowitz celui-ci s'exploite sous le conglomérat. On n'a encore trouvé qu'une Ammonite dans le grès, et le *Belemnites bipartitus* recueilli à Kuschscowitz proviendrait d'un grès plus ancien.

Le calcaire de Teschen qui se prolonge à l'O. dans la Moravie, se termine au delà de Fiedeck, et à l'E., dans la Gallicie, il finit à Kenti. Dans une coupe très compliquée de Steinberg au Diula-Hora, l'auteur a cherché à donner une idée de la relation des couches, depuis les schistes et les grès supérieurs au calcaire de Stramberg jusqu'aux calcaires à crinoïdes. Les diorites du Pekleberg n'ont pas peu contribué à masquer ou à rendre très difficile à saisir la vraie relation de ces couches, parmi lesquelles on voit des strates nummulitiques placés entre les grès supérieurs et les schistes de Senftloben. Près d'Ostravitza sont des schistes ménélites, et à Baschna beaucoup de débris de poissons encore indéterminés.

Aux environs de Teschen on a cité aussi (2) le *Scaphites Ivanii*, Puz., le *Nautilus plicatus*, Sow., l'*Ammonites cryptoceras*, d'Orb., l'*A. subfimbriatus*, id., dans des couches qui plongent au S.-E., sous le grès supérieur des Carpathes, dont elles seraient séparées par des bancs à Nummulites, de sorte que ce grès devient le re-

fait en commun avec Pusch (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 355). Les auteurs y expriment une opinion conforme à celle qu'avait émise M. Boué dès 1828, sur la composition générale des Carpathes et la série des couches secondaires de cette chaîne; — 2° une note sur l'âge des agglomérats de la vallée de Koscielisko, dans le Tatra, et le grès carpathique (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 70); — 3° une carte géologique de la chaîne du Tatra et des soulèvements parallèles. Berlin, 1844; — 4° *Paleontologia Polska, Opis zoologiszny, botaniczny i geologiczny wszystkich Zwierzat*, etc. : Paléontologie polonaise ou Essai zoologique, botanique et géologique sur les fossiles et les terrains de la Pologne. In-8°, cahier 1, avec 4 pl. Varsovie, 1845. Nous ne savons pas si cet ouvrage écrit en polonais a été continué.

(1) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. VI, p. 106, 1850.

(2) *Jahrb. der Kaiserl. Königl. geologisch. Reichsanst.*, n° 1, p. 49, 1850.

présentant du grès de Vienne, du flysch, des grès et calcaires à Fucoïdes des Alpes, etc., et qu'en cet endroit manque toute la série crétacée supérieure au groupe néocomien.

Dans un mémoire plus étendu, ou Esquisse géognostique des Carpathes septentrionales, de la Silésie et des pays voisins (1), le même géologue a fait voir que les roches les plus anciennes de cette partie de la chaîne étaient de la période néocomienne, car le lias de la Hongrie, soulevé avec le massif granitique, ne se montre pas sur le versant septentrional. Quant aux groupes jurassiques *blanc* et *brun* de la Silésie prussienne, ils appartiennent déjà au système de l'Europe du nord, tandis que les sédiments secondaires des Carpathes portent l'empreinte des formations du sud. M. Hohenegger décrit ensuite les divers étages crétacés.

Étage néocomien inférieur. L'identité des calcaires à coraux de l'étage néocomien inférieur avec les calcaires de Stramberg, près de Neutitschein et de Tichau, est démontrée par les fossiles. Les monts Ignazi et Korki, en Moravie, sont formés par ces mêmes calcaires, de sorte que Tichau, Chlebowitz et Balkowitz, en Silésie, Sedlischt, Ischebischowitz, Tierlitzko, Kotzobenz, etc., en Gallicie, Razihow, Roczyny, etc., sont des localités où l'on trouve les mêmes fossiles caractéristiques, et dont par conséquent les couches appartiennent au même horizon. L'auteur y réunit encore les calcaires décrits par M. Zeuschner à Inwald, où sont les Caprotines propres au calcaire de Stramberg, avec d'autres coquilles (*Actæon Stassycii*, Zeusch., *Natica inwaldiana*). Le calcaire de Stramberg renferme d'ailleurs la plupart des Nérinées d'Inwald (*N. depressa*, Woltz, *N. carpathica*, Zeusch., *N. bruntrutana*, Thurm., *N. Voltzi*, Zeusch., *N. wocinsquiana*, id.). Ces Nérinées se voient près de Koniakau, dont le calcaire blanc, fragmentaire, poudingiforme, est semblable à celui d'Inwald.

MM. Glocker, Beyrich et d'autres géologues ont cru que ces roches devaient être rapportées à la formation jurassique, parce qu'on y trouve les *Terebratula lacunosa*, *Grafiana* et *biplicata*, et surtout des Ammonites de la section des *planulati ;* mais ces motifs ne paraissent pas suffisants à M. Hohenegger, beaucoup de formes néocomiennes ayant été observées à Stramberg et à Tichau. De plus, on peut constater que l'étage néocomien est placé sur ce calcaire à coraux

(1) *Geognost. Skizze der Nord-Karp.*, etc. (*Jahrb. der Kaiserl. Königl. geol. Reich.*, IIIe année, n° 3, 1852).

de Stramberg et de Tichau. Dans ces localités, il y aurait eu un soulèvement entre les deux dépôts, comme si la brusque séparation qu'on a signalée entre les sédiments jurassiques et crétacés avait eu lieu plus tard dans les Carpathes que dans les Alpes, et comme si elle avait occasionné un enfoncement au pied des Sudètes, dans la première de ces chaînes, dépression par suite de laquelle les animaux de la période jurassique se seraient propagés pendant la suivante. Cette conjecture de l'auteur serait également applicable au *Klippenkalk* de Pusch (calcaires formant des écueils ou des rochers) et aux calcaires contemporains des Alpes. Ce *Klippenkalk* renferme les *Ammonites ptychoicus*, Quenst., *semisulcatus*, d'Orb., *diphyllus*, id., *Guettardi*, Rasp., *Calypso*, d'Orb., *Grasianus*, id., *carachtheis*, Zeusch. (1).

La *Caprotina Lonsdalei*, très répandue dans les calcaires de Stramberg, et les grandes Exogyres à carène aiguë (*E. Couloni*), très nombreuses aussi, le caractérisent fort bien. On y trouve encore des Spatangues non déterminés, des crustacés (*Prosopon*), et les espèces suivantes peuvent appuyer l'identité de ces calcaires à coraux avec le groupe crétacé inférieur du sud de la France et de la Suisse. *Ammonites ptychoicus*, Quenst., *A. semisulcatus*, d'Orb., *A. carachtheis*, Zeusch., ou *Grasianus*, d'Orb., *A. picturatus*, id., *A. infundibulum*, id., *A. fascicularis*, id., *A. neocomiensis*, id., *A. seranonis*, id., *A. strangulatus*, id., *Terebratula auriculata*, Roem., *Belemnites polygonalis*, Blainv., etc.

Ces roches forment des masses abruptes, découpées et isolées comme des écueils sur les côtes, et à Stramberg et Inwald elles paraissent avoir été traversées par des filons ramifiés d'hyperstène.

L'étage néocomien supérieur ou argile à Plicatules est représenté par les schistes ou calcaires de Teschen (d'Oeynhausen et Pusch) qui sont le gisement des minerais de fer exploités. L'identité des fossiles ne semble pas permettre de doutes quant à ce rapprochement. La partie la plus basse comprend les grès de la rive gauche de la Sola

---

(1) Zeuschner, *Ueber den Bau des Tatra-gebirges*. Saint-Pétersbourg, 1848. — Dans un mémoire plus ancien (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 325), M. Zeuschner (Zeizner) a traité du groupe néocomien comprenant le *Klippenkalk* ammonitifère des Carpathes, le calcaire d'Almasz en Hongrie, et le biancone des Alpes vénitiennes. Le calcaire des rochers formerait un horizon dans le grès carpathique dont il séparerait la partie inférieure jurassique de la partie supérieure crétacée.

près Lonkau, qui passent par Teschen et s'étendent jusqu'à Fritcowitz (Moravie), tandis que les calcaires mêmes de Teschen, si peu connus malgré leur grande importance, forment les assises moyennes et supérieures de l'étage.

Entre le grès et les calcaires, de même qu'entre ceux-ci et le grès carpathique supérieur, se trouve un schiste marneux, bitumineux, noir, avec des sphérosidérites qui alimentent les forges des pays voisins. Quoique de médiocre qualité, les minerais produisent une très grande quantité de fer (1), et une partie des grès carpathiques placés dessus représenterait le gault. Quant à l'identité avec l'étage néocomien de Teschen des calcaires de Grojez et de Racihof, près de Seypusch, sur lesquels on a tant écrit, l'auteur l'avait établie précédemment. Ces calcaires en couches nombreuses avaient été pris successivement pour le calcaire à coraux, pour un calcaire de transition, pour du lias et enfin pour du *calcaire jurassique brun*. M. Beyrich avait bien reconnu les différences qui existaient entre eux; mais l'absence de fossiles l'avait engagé à les réunir au *Jura brun* de la Silésie prussienne.

A l'appui de l'âge qu'il assigne à ce système de couches, M. Hohenegger cite dans les grès de la base: *Belemnites bipartitus*, Desh., *B. dilatatus*, Blainv., *B. Orbignyanus*, Duv., *B. subfusiformis*, Rasp., signalés par M. Zeuschner (2) dans le grès de Kossoziza. Outre les *Aptychus Didayi* et *Blainvillei*, Coq., on trouve les *Ammonites Grasianus*, d'Orb., *Juilleti*, id., *Rouyanus*, id., *diphyllus*, id., toutes petites et à l'état de fer sulfuré, comme en Provence. La *Terebratula auriculata*, Roem. et le *Rhyncholites acutus*, de Blainv., s'y montrent également.

Dans les schistes supérieurs sont les espèces suivantes: *Nautilus neocomiensis*, d'Orb., *N. Requienianus*, id., *Ammonites strangulatus*, id., *A. Duvalianus*, id., *A. Juilleti*, id., *A. striatisulcatus*, id., *A. recticostatus*, id., *A. infundibulum*, id., *A. Emerici*, Rasp., *A. Matheroni*, d'Orb., *A. Martini*, id., *A. Belus*, id., *A. Astierianus*, id., *A. fascicularis*, id., *A. inæqualicostatus*, id. L'*Ammonites Velledæ*, Mich., propre au gault, se trouverait également ici, et peut-être l'*A. rhotomagensis*, Defr. Parmi le grand nombre de céphalopodes que ces couches ont offerts, l'auteur cite encore *Scaphites Ivanii*, Puz., *Ancyloceras Duvalianus*, d'Orb.,

(1) Haidinger, *Abhandlungen*, etc., vol. III.
(2) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. III, p. 134.

A. Matheronianus, id., *Crioceras Puzozianus*, id., *C. Emerici*, Lev., *C. Duvalii*, id., et plusieurs espèces indéterminées de *Hamites*, de *Toxoceras* et de *Ptychoceras*. Les fossiles sont, au contraire, peu répandus dans les calcaires ; il y a seulement quelques Bélemnites, quelques *Aptychus* et l'*Ammonites Cornuelianus*. Avec les céphalopodes précédents ont été rencontrés le *Pterophyllum Buchianum*, Ettingh., *P. nervosum*, id., *Calamites priscus*, id., *Æquisetites Buchardii*, Dunk., *Cycadites Brongniarti*, Roem., *Thuytes Hoheneggeri*, Ettingh. (1).

Si, avant d'aller plus loin, nous cherchons à nous rendre compte des analogies paléontologiques sur lesquelles s'appuie l'auteur pour rapporter aux argiles à Plicatules ou d'Apt les grès, les argiles schisteuses et les calcaires dont il forme son étage néocomien, nous arriverons à une conclusion assez différente de la sienne ; car sur les 30 espèces environ que nous venons de citer, d'après lui, il y en a les deux tiers qui appartiennent à l'étage néocomien inférieur de la Provence, et 10, ou un tiers seulement, se représenteraient dans les argiles à Plicatules du même pays. On doit remarquer, en outre, que la plupart de ces dernières proviennent des schistes supérieurs, où elles seraient associées avec quelques espèces très caractéristiques des couches les plus basses du groupe (*Nautilus neocomiensis*, *Ammonites strangulatus*, *A. Juilleti*, *Crioceras Duvalii*, etc.). Nous ne pouvons donc pas, dans l'état actuel de la question, admettre encore l'existence indépendante du troisième étage néocomien dans ce pays.

Gault et craie chloritée. Le grès supérieur des Carpathes n'a pas offert de fossiles assez bien caractérisés pour que son âge soit rigoureusement déterminé. Cependant M. Hohenegger cite les *Ammonites mamillatus*, Schloth., *denarius*, Sow., *tardefurcatus*, Leym., *Milletianus*, d'Orb., *Majorianus*, id., et un *Helicoceras* qui auraient été trouvés ensemble dans un grès à sphérosidérites, mais dont les relations stratigraphiques sont elles-mêmes fort obscures. La ressemblance du grès supérieur des Carpathes avec le grès à Nummulites et le développement de celui-ci dans la Hongrie, où il atteint une grande épaisseur, viennent ajouter encore à la difficulté de les distinguer. Le grès supérieur précédent en Silésie semble appartenir au gault, ou du moins à la formation crétacée, car on n'y a

(1) Constantin de Ettinghausen, *Beiträge zur Flora der Wealden Periode* (*Abhandl. d. K. K. geol. Reichsanst.*).

jamais signalé de Nummulites ni de fossiles du terrain tertiaire inférieur. Ces derniers et les poissons n'ont été recueillis que dans les ravins au pied des Carpathes.

Sur la rive droite de l'Ostrawitza, le docteur Hochstetter a découvert le *Baculites vertebralis* qui ne serait nullement, comme le croit l'auteur, une preuve que les couches schisteuses et le sable fin, gris cendré, de Friederchloss, soit du gault ou de la craie chloritée, car ce fossile appartient à la craie supérieure. Quant à la présence des Nummulites au-dessous, c'est par suite d'une interversion dont il donne l'explication.

M. Hohenegger paraît être convaincu de l'existence du gault dans les parties de la chaîne qui avoisinent la Hongrie, près de Radola, entre Câcâ et Silein, près de Bezdedo et de Puchof, où M. Römінger (1) aurait trouvé l'*Ammonites Germari*, Reuss, et la *Nucula semilunaris*, Gein. Mais ces fossiles, qui appartiennent au pläner de la Bohême, ne sont pas plus concluants que le *Baculites vertebralis* que nous venons de rappeler.

Au pied septentrional du calcaire rouge ou calcaire à écueils (*Klippenkalk*) de Rodola, et quelquefois sur cette roche elle-même, on remarque des calcaires marneux alternant avec des schistes gris-clair. Ceux-ci s'observent aussi près de Bezdedo, à peu de distance du *Klippenkalk*, et l'on y a trouvé, dans le voisinage de Rodola, des Ammonites très déprimées, qui pourraient être les *Ammonites Hugardianus*, d'Orb., *cristatus*, Del. et *Bouchardianus*, d'Orb., un *Rostellaria* voisin du *R. papilionaceus*, Gold., et un *Cardium* qui se rapproche du *C. sub-Hillanum*, Leym.

Enfin, la craie chloritée, mentionnée par Lill de Lilienbach et M. Boué, et qui constitue un grès à grain fin dans les Carpathes de la Hongrie, surtout près d'Orlowa, où elle renferme l'*Exogyra columba*, manquerait sur le versant de la Silésie, à moins qu'elle ne fût représentée par la couche à Baculites dont nous venons de parler.

Résumé. — Comparaison de la formation dans les plaines et les montagnes.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil général sur la disposition des dépôts qui ont fait l'objet de ce chapitre, nous reconnaîtrons que, dans les plaines ou les plateaux de la Pologne, de la Gallicie, de la Podolie et de la Volhynie, la formation crétacée est représentée par un système de couches horizontales ou à peine inclinées qui reposent sur les derniers sédiments jurassiques, ou sur le

(1) *Beobacht. über das Alter des Karpathensandstein* (*Neu. Jahrb.*, 1847).

terrain de transition. Ces couches, qui appartiennent seulement aux étages supérieurs du second groupe, et comprennent sans doute aussi quelques rudiments du premier, ne se montrent plus dans la région montagneuse des Carpathes qui limite ces plaines au sud, là où les strates sont disloqués, redressés et même renversés, et où l'on observe des failles énormes. Dans cette région apparaissent au contraire celles qui les ont précédées dans le temps, telles que les assises caractérisées par l'*Exogyra columba*, équivalent du quadersandstein inférieur de la Saxe et de la Bohême, et au-dessous des calcaires, des schistes et des grès caractérisés par une faune néocomienne.

De plus, malgré les dérangements que la stratification a éprouvés dans les Carpathes, et les fausses déductions auxquelles ils ont souvent conduit, les assises de grès à *Exogyra columba* paraissent être le plus ordinairement surmontées du système tertiaire à Nummulites, profondément accidenté lui-même, et reposer sur des étages jurassiques plus anciens que ceux de la rive gauche de la Vistule, au nord de Cracovie. Ainsi, à partir de ces derniers sédiments jurassiques du nord, il existe une lacune à laquelle correspondent les dépôts néocomiens et le quadersandstein inférieur des Carpathes, de même que dans ces montagnes il y a une lacune qui est représentée par les dernières couches crétacées du nord. Enfin, le terrain tertiaire à Nummulites des Carpathes ne s'est pas étendu à son tour sur les dépôts secondaires du nord qui l'avaient immédiatement précédé dans le temps.

Il serait difficile de se rendre compte de cet état de choses, si l'on n'admettait pas que le relief si accidenté des Carpathes est comparativement assez récent, ou du moins n'a pris ses caractères les plus prononcés que dans la période tertiaire moyenne, après le dépôt des couches nummulitiques et des grès ou flysch qui les ont immédiatement suivis. Les discordances que l'on observe à de très petites distances, dans les dépôts antérieurs, résulteraient d'oscillations du sol dont on peut supposer que l'influence était assez restreinte. Les différences stratigraphiques, minéralogiques et paléontologiques qui se manifestent brusquement sur des espaces aussi limités ne semblent pas pouvoir être expliquées autrement.

Les lacunes et les discordances sont donc, dans ce pays, très différentes de la plupart de celles qu'on observe dans l'ouest de l'Europe, où, pour ne parler que de la formation crétacée, les équivalents du quadersandstein inférieur (niveau de l'*Exogyra columba*)

sont tout à fait indépendants du groupe néocomien et se rattachent toujours à la base du second groupe, celui de la craie tuffeau. Ici le second étage de ce groupe semble être profondément séparé du troisième et réuni à celui de la craie blanche. Cette dernière, à son tour, est recouverte par le terrain tertiaire moyen ou supérieur, au lieu de l'être par les dépôts nummulitiques qui, dans les Carpathes, succèdent immédiatement aux strates à *Exogyra columba*. Cette disposition particulière fait bien voir les erreurs qui résulteraient, pour cette partie de l'Europe, d'une classification géologique exclusivement basée sur les rapports stratigraphiques apparents ou sur les discordances des groupes secondaires et tertiaires.

CHAPITRE X.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA RUSSIE.

Disposition générale.

Une ligne, dirigée presque exactement du S.-E. au N.-O., comme l'axe principal du Caucase, depuis Derbend, au pied des montagnes du Daghestan, sur le bord occidental de la mer Caspienne, jusqu'à Brunswick et Hanovre, puis prolongée au delà, jusqu'aux falaises de Speeton, sur la côte du Yorkshire, marque le caractère le plus frappant de la distribution des groupes crétacés dans l'est et le nord de l'Europe. Elle est, en effet, dans toute cette étendue, l'extrême limite des deux groupes inférieurs, et plus particulièrement du groupe néocomien, dans le Caucase, la Crimée, les Carpathes et le nord-ouest de l'Allemagne. Au delà, depuis les côtes de la Baltique jusqu'à l'extrémité sud de l'Oural, dans la Prusse, la Saxe, la Bohême, la Silésie, les vastes plaines de la Pologne et les immenses plateaux de la Russie centrale et méridionale, on ne rencontre plus que les représentants des groupes supérieurs.

Un autre fait, non moins digne de remarque, c'est que les eaux qui succédèrent à ces dépôts de la craie tuffeau et de la craie blanche rentrèrent en grande partie dans les anciennes limites de la mer néocomienne, car nous voyons encore les roches nummulitiques bornées par cette même ligne, depuis le pied septentrional du Caucase jusqu'aux montagnes du Tatra et de la Moravie. Quoique des sédiments tertiaires inférieurs aient été cités plus au nord (*antè*, vol. II, p. 926), on n'y a point signalé de Nummulites. Aussi, dans la Russie d'Europe, à l'exception de la Crimée et du Caucase, dont nous traiterons dans des sections particulières, n'aurons-nous à décrire que les étages crétacés supérieurs.

Un premier essai de carte géologique de la Russie d'Europe a été donné, en 1841, par le baron L. de Buch (1), et la même année,

---

(1) *Beiträge zur Bestim. d. Gebirgsform. in Russland.* (*Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XV, pl. 1, 1841).

M. de Helmersen (1) publiait une esquisse des principales formations de ce pays. Une explication à l'appui fut ajoutée à la reproduction modifiée de cette esquisse.

« La craie, dit ce savant, paraît caractériser spécialement la Russie » méridionale. Le parallèle de Moscou peut être considéré comme » sa limite vers le N. Elle commence sur la rive droite du Volga, à » Simbirsk et à Sarepta, pour s'étendre au delà de la région » qu'arrose le Don, par Kharkof et Koursk, jusqu'au Dniéper. » Elle reparaît au sud de la formation carbonifère du Donetz et sur » le versant septentrional de la chaîne de la Crimée, se prolongeant » en Podolie, en Volhynie et en Bessarabie sous les sédiments ter- » tiaires. »

§ 1. Russie centrale et méridionale.

Volhynie, Podolie, Bessarabie et Moldavie.

Les couches crétacées que nous avons étudiées dans la Gallicie continuent de se montrer au sud-est, sur plusieurs points des vallées supérieures du Sereth et de ses affluents, du Pruth, entre Tchernowitz et Liptchani, mais c'est surtout dans le bassin supérieur du Dniéper, que leurs affleurements sont le plus considérables. Dans la Volhynie, au sud des marais de Pinsk, une surface crétacée fort étendue est limitée à l'est par le massif granitique qui sépare le Boug du Dniéper et disparaît dans les autres directions sous les dépôts tertiaires ou quaternaires (2).

---

(1) *Uebersichts Karte d. Gebirgsform. im europaischen Russland.* 1 feuille Saint-Pétersbourg, 1841. — *Explication à l'appui d'une carte géologique de la Russie d'Europe*, avec carte (*Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. VIII, p. 374, et pl. 6, 1841, publiée en 1844). — A part : *Erlauterungen zu d. Uebersichts Karte*, etc. In-8, Saint-Pétersbourg, 1841. — Voyez aussi : A. Erman, Sur l'état actuel de nos connaissances géologiques relativement à la Russie d'Europe; indication des matériaux publiés sur ce sujet depuis Pallas jusqu'en 1841 (*Arch. für Wissenschaft. Kunde v. Russland.* 1re liv. Berlin, 1841. — *L'Institut*, 21 oct. 1841). — Michel Wolkoff, *Introduzione ad uno studio geol. sulla catena dell'Ural.* Naples, 1842? — G.-V. Blöde, *Versuch einer Darstell. d. Gebirgsform. im Europ. Russland*, avec carte. (*Bull. soc. I. des nat. de Moscou*, vol. XVIII, p. 128, 1845). — Eichwald, *Einige Vergliechende Bemerkungen zur geogn. Scandin. und der Westlichen prov. russlands* (*Bull. soc. I. des nat. de Moscou*, vol. XIX, p. 1, 1846).

(2) Voyez sur la craie du district de Novogorod Seversk un mé-

M. Blédé (1), dans ses recherches sur la Bessarabie, ne signale les couches crétacées que dans le fond des vallées et des ravins. Ce sont des marnes crayeuses où les fossiles paraissent rares. Elles sont ordinairement horizontales, et l'auteur y réunit, mais avec doute, les gypses dont nous avons déjà parlé. L'ensemble des unes et des autres ne dépasse pas 50 mètres d'épaisseur, et repose en partie sur le terrain de transition, en partie sur des argiles schisteuses, rouges ou vertes. Les marnes se voient surtout dans la vallée du Dniester, près de Soroka, le gypse près de Khotine, et plus loin autour de Kostchilan, entre le Dniester et le Pruth.

Nous avons déjà mentionné (*anté*, vol. II, p. 916) la coupe longitudinale de la vallée du Dniester, donnée par Hommaire de Hell (2), depuis la frontière de l'Autriche jusqu'à la limite de la craie, recouverte, dans toute cette étendue, de dépôts tertiaires et de gypse. A partir de Khotine, et même en remontant au N.-E. jusqu'à Raskof, cette coupe montre la craie reposant sur des grès carpathiques, sur des schistes argileux, des grès et des conglomérats. Au-dessus est un calcaire tertiaire également continu, et les gypses, que nous avons si souvent mentionnés, sont ici parfaitement séparés des roches secondaires par ces mêmes calcaires auxquels ils sont superposés à Khotine même. La coupe des Carpathes (fig. 5), qui traverse les vallées de la Moldawa, du Sereth, du Pruth et du Dniester, n'atteint la craie que dans cette dernière, où sa position est encore la même, relativement au grès rouge sous-jacent et au calcaire tertiaire surmonté de gypse, qui la recouvre. La formation crétacée, qui n'a pas plus de 20 mètres d'épaisseur dans les vallées supérieures du Dniester et du Pruth, paraît être horizontale et ne dépasse pas 80 mètres au-dessus du niveau de la mer Noire (3).

Donetz.

La craie qui, comme on vient de le dire, occupe des surfaces

---

moire de M. Jerofajew (*Verhandl. d. Russich miner. Gesellsch. zu Saint-Petersburg*, 1847-48).

(1) *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. VI, p. 1, 1839. — Nous suivons l'orthographe francisée du nom de l'auteur qui paraît être *Blöde*.

(2) *Les Steppes de la mer Caspienne.* Atlas scientifique, pl. 1, fig. 4 et 5, et carte géol., in-fol. 1844.

(3) Coupe jointe à la carte géologique. — Voyez aussi : Gottlob, v. Blöde, *Beiträge zur Geologie des Südlichen Russlands.* — *Ergebnisse einer Reise von Kharkow nach dem Donetz* (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 505, et 1842, p. 198 et 253).

considérables entre le Dniéper et le Volga, dans les gouvernements d'Orel, de Kursk, de Kharkof, de Voronéje, de Simbirsk, de Saratof et des Cosaques du Don, ou région du Donetz, repose au N. sur le système dévonien, au N.-E. et à l'O. sur la formation jurassique, au S. sur la formation carbonifère, et près d'Izium (1) sur les couches jurassiques des bords du Donetz. Dans la dernière de ces provinces, suivant M. Olivieri (2), la craie est jaunâtre, rougeâtre ou grisâtre, plus ou moins compacte selon la quantité d'argile qu'elle renferme. La craie blanche avec silex ne s'observe que sur un petit nombre de points le long du Donetz septentrional, et l'inclinaison générale est au N.-E. Les Bélemnites et les échinodermes y sont fort abondants, et quelques couches de minerai de fer y sont subordonnées.

Dans le district de Bakhmouth, la roche passe à une glauconie crayeuse ou sableuse (3). Un forage entrepris aux usines de Lugan a traversé la craie sur une épaisseur de plus de 200 mètres ; elle repose transgressivement sur les roches carbonifères redressées (4). Au sud du massif formé par ces dernières, dit ailleurs M. Ivanitzki (5), la craie forme une bande étroite, parallèle à la zone tertiaire qui la recouvre au S. Entre le Miouss et la Grouchevka, sa composition, très constante, est la même que dans le rameau septentrional de la chaîne du Donetz, où elle est seulement plus développée. On doit supposer qu'elle passe sous le terrain tertiaire, situé plus à l'est, pour venir affleurer de nouveau dans la vallée de la Tchir ; de sorte qu'elle circonscrit entièrement le massif carbonifère, excepté à l'O., sur une faible étendue, où ce dernier est adossé aux roches cristallines.

Les Bélemnites manqueraient, suivant l'auteur, dans cette partie méridionale de la zone crétacée, où il signale aussi des masses de grès quartzeux blancs, à la jonction des couches crétacées et carbonifères. Dans le voisinage de Jacinovskoi, les strates secondaires, au

(1) R.-I. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, *Carte géologique de la Russie d'Europe*, 1845.

(2) *Annuaire du journ. des mines de Russie*, vol. III, p. 28, 1836, publié en 1840.

(3) Ivanitzki, *ibid.*, vol. VI, p. 192, 1839, publié en 1842.

(4) R.-I. Murchison, de Verneuil et de Keyserling : *A second geol. survey of Russia* (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 728).

(5) *Annuaire du journ. des mines de Russie*, vol. VII, p. 88, avec carte géol., 1840, publié en 1843.

contact de roches de transition, courent N. 45° O., et plongent de 30° au S., comme près de Licogorskoï. Au nord de ce dernier point, entre Novocele et Pantchekov, un lambeau de craie se trouve complétement isolé au milieu des schistes de transition.

Quoique assez incertain sur la relation des diverses assises crétacées du Donetz, M. Leplay (1) croit pouvoir y distinguer deux étages. Le supérieur, composé d'une craie blanche semblable à celle de Meudon avec *Belemnites mucronatus*, *Inoceramus Cuvieri*, *Ostrea vesicularis*, etc.; l'inférieur, composé de marnes et de sables avec *Pecten quinquecostatus*, *Terebratula carnea*, etc. La craie acquiert une grande épaisseur sur la rive droite du Donetz, dans la vallée de la haute Bielinka, près de Verknié, dans les escarpements de la rive droite du Donetz, jusqu'à Podgornoi et sur beaucoup d'autres points. L'auteur mentionne des marnes et des calcaires marneux et glauconieux, puis des sables quartzeux, enfin des grès durs, lustrés, en rognons disséminés dans ces sables, ainsi que des amas de marnes compactes, sableuses et micacées. Au contact de la formation carbonifère, les sables précédents deviennent plus grossiers, et sont composés d'éléments provenant de cette formation. Quoique signalant l'existence de nombreux fossiles, M. Leplay ne s'est point occupé de leurs diverses associations ni de leur répartition.

Les sables et les grès lustrés en blocs, observés d'abord par M. Ivanitzki, s'étendent à l'O. vers le Dniéper, constituant de vastes steppes, et seraient le prolongement des sables et des grès crétacés précédents; mais ils ne renferment point de fossiles. D'après ce que le savant ingénieur français a observé près de Skotovatoï, il y aurait encore, entre les sables crétacés et le système carbonifère, des marnes gypso-salifères; mais M. Leplay, revenant plus loin sur ce sujet (p. 145), paraît douter si les sables et les grès, non recouverts de craie, n'appartiennent pas au terrain tertiaire de Taganrog.

Les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe* (2) ont décrit avec plus de précision que leurs prédécesseurs la craie

---

(1) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. IV, p. 123. Atlas, cartes et coupes, 1842.

(2) *The Geologie of Russia in Europe*, vol. I, p. 267 et 278, 1845. — Voyez, pour la superposition des couches crétacées aux dépôts carbonifères, les coupes 2, 8 et 9 de la pl. I, et la coupe générale au bas de la carte pl. VI.

du pays des Cosaques du Don. Au sud des usines de Lugan, les roches de cette formation constituent des bassins séparés par des îlots de roches carbonifères redressées; sur plus de 200 mètres d'épaisseur, elles ont présenté une composition uniforme. A Uspensk, où sont indiqués l'*Ostrea vesicularis*, l'*Inoceramus Cuvieri*, la *Lima semi-sulcata*, le *Belemnites mucronatus*, etc., des lits de silex gris, blanc, corné ou noirâtre, sont fort abondants. Quoique reposant transgressivement sur la formation carbonifère, ces assises ont été relevées dans la même direction par un second mouvement qui a incliné le tout au N.-E. Sur plusieurs points les grès verts sortent de dessous la craie, d'abord au nord de Lugan, puis sur la rive droite du Donetz, dans les dépressions des roches anciennes, à Serebrianka et à Verknaia. MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling signalent, au-dessus de la craie, et concordante avec elle, une roche argileuse blanche avec des marnes et des sables que nous retrouverons dans le gouvernement de Kursk, et qui fait encore partie de la même formation.

Plus au nord, autour d'Izium, sur les bords du Donetz, les couches jurassiques supérieures rapportées au coral-rag, sont surmontées de grès gris et de sable à grains verts avec des veines de marnes, auxquels succèdent des grès poreux, de teinte claire, avec du tripoli et du sable jaune, un grès vert avec des concrétions siliceuses, une argile sableuse et un grès quartzeux dur à ciment siliceux, le tout d'une épaisseur de 20 mètres et recouvert de 10 mètres de craie blanche.

Provinces de Kharkof, Kursk, Voronéje et Simbirsk.

La province de Kharkof, dit M. Blédé (1), ressemble à une vaste mer de craie, au-dessus de laquelle s'élèvent çà et là quelques îlots carbonifères ou jurassiques. On peut y reconnaître 4 assises assez distinctes qui sont : 1° du sable, du grès quartzeux et des argiles siliceuses; 2° du tripoli; 3° des marnes argileuses et crayeuses; 4° une craie tendre avec silex, *Belemnites mucronatus*, *Terebratula plicatilis*, etc., c'est-à-dire la continuation de ce que nous venons de voir au sud-est. Comme plusieurs de ses devanciers, l'auteur ne regarde pas ces assises comme régulièrement superposées; mais, au contraire, comme se remplaçant mutuellement. Dans cette province et dans celle de Kursk, au nord, la craie blanche tend à

(1) Descript. géol. du gouvernement de Kharkof (*Annuaire du journ. des mines de Russie*, vol. VIII, 1841-44).

s'amincir, et ne joue plus qu'un faible rôle au milieu des assises argileuses et siliceuses ou arénacées de la même formation.

La ville de Kharkof est située au centre de dépôts argileux jaunâtres, verdâtres, blanchâtres, ressemblant assez à la craie marneuse, mais qui ne sont en réalité qu'un grès terreux, à grain fin, micacé, avec beaucoup de feldspath blanc (*Kiesel-Thon* de M. Blöde), et que MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (1), malgré l'absence de fossiles, rapportent à la formation crétacée. Ces assises s'étendent à l'ouest dans le gouvernement de Poltava, et à Bielgorod, à 60 kilomètres au nord de Kharkof, elles semblent en effet passer sous la véritable craie. On y observe des sables vers le bas, et au-dessus une craie blanche, horizontale, sans silex, de 30 mètres d'épaisseur, puis un grès friable, verdâtre, de 3 mètres, avec des dalles siliceuses, et séparé de la craie par des veines de marnes grises, feuilletées, que recouvre le terreau noir ou *tschornoïzem*. Cette même craie, qui cesse de nouveau de se montrer à Oboyan, est remplacée à la surface du sol par diverses variétés des assises précédentes, plus calcarifères, rappelant le *calcaire pläner* de l'Allemagne et le *malm-rock* de l'Angleterre. A mesure que l'on s'avance de Kharkof vers Kursk, les roches deviennent de plus en plus calcaires et les fossiles en même temps plus nombreux.

La coupe des bords de la Sem au plateau qui porte la ville de Kursk montre clairement que la craie blanche proprement dite se perd dans un système de sable et de marne. Les sables jaunes et verts forment le pied de l'escarpement ; ils sont surmontés d'un conglomérat coquillier, ferrugineux, au-dessus duquel viennent successivement une craie blanche avec *Terebratula carnea*, une seconde assise de craie, une marne et le grès précédent avec Térébratules, Bélemnites et Choanites, puis des pyrites et des veines de marne crayeuse, jaune vers le bas. Les sables de la partie supérieure, quelquefois ferrugineux, renferment des concrétions et passent aux marnes arénacées sous-jacentes. Un dépôt de transport quaternaire et le tschornoïzem recouvrent le tout. Quel que soit l'âge assigné aux sables ferrugineux avec concrétions, ce qui est au-dessous forme un ensemble dont toutes les parties sont bien liées, et, à l'exception de la matière calcaire qui y est moins répandue, on peut dire que les marnes sableuses de Kursk sont identiques avec

(1) *The geol. of Russia in Europe*, vol. I, p. 267, 1845.

les argiles sableuses blanches de Kharkof, et en effet la série des couches est continue entre les deux villes.

Cette même série se prolonge jusque sur les bords du Don. A l'ouest de Voronèje, on trouve, au-dessous d'une couche de craie blanche de 6 mètres d'épaisseur, une roche siliceuse et ferrugineuse semblable à celle de Kurst et de 1m,25, puis 30 mètres de grès vert, de sable jaune et blanc, de grès ferrugineux en bancs minces et solides, de grès verdâtre taché de jaune et de grès micacé vert à gros grains, reposant sur une argile schisteuse de 10 mètres, qui elle-même a pour base un grès ferrugineux. Dans la craie blanche de ce pays M. Fischer de Waldheim (1) mentionne un poisson fossile qu'il désigne sous le nom de *Beryx dinolepidotus*.

L'existence supposée de couches crétacées dans le gouvernement de Moscou n'était à ce qu'il paraît fondée que sur des erreurs paléontologiques. Ainsi, dans l'Oryctographie de M. Fischer (2) on trouve cité le *Syphonia piriformis* comme provenant de ce pays, ce qui engagea L. de Buch à indiquer de la craie à Podolsk, Tatarovo et Khoroschovo (3). En outre, la coquille figurée dans l'ouvrage peu connu de Macquart (4) semble représenter un *Pecten quinqueeostatus* qui aurait été trouvé dans la pierre à bâtir de Moscou et par conséquent dans le calcaire de Miatschscovo. Mais M. Rouillier (5) s'est attaché à faire voir que ces prétendus fossiles crétacés n'étaient que des formes voisines de celles auxquelles on les rapportait et provenant en réalité du calcaire carbonifère où elles ne paraissent pas avoir été observées depuis. M. Rose (6) croyait également à la présence de corps organisés de la craie dans ce pays, lorsque M. Blasius (7)

(1) *Bull. de la Soc. I. des naturalistes de Moscou*, 1841, p. 465, pl. 8.

(2) *Oryctographie du gouvernement de Moscou*, 2e éd., p. 50, 81, 93 et 179; 1837.

(3) *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. XV, pl. 4, 1841.

(4) *Essai ou recueil de mémoires sur plusieurs points de minéralogie avec la description des pierres déposées chez le Roi, la figure et l'analyse de celles qui sont intéressantes à la topographie de Moscou*, p. 539, 535, 573, pl. 7, fig. 2, et p. 538, pl. 6, fig. 5. Paris, 1789.

(5) *Explication de la coupe géologique des environs de Moscou* (*Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XIX, p. 359, 1846).

(6) *Reise nach d. Ural, Altaï und d. Caspish. Meere*, vol. I, p. 78, 1837.

(7) *Reise in Europ. Russland*, vol. II, p. 5. Brunswick, 1844.

démontra que les calcaires blancs, grenus, tendres, de Podolsk, avec des baguettes d'échinodermes, des crinoïdes et des rognons de silex, avaient pu donner lieu à cette méprise.

Cependant MM. Frears et Auerbach (1) admettent encore qu'il y a des couches crétacées près de Talitzy, dans le district de Dmitrow. Ce sont des grès verts que M. Catala (2) place à la partie supérieure de la formation jurassique et dans lesquels on aurait trouvé des Ammonites rapportées aux *A. dentatus* et *Beudanti*. D'un autre côté MM. Rouillier et Vosinsky (3) regardent comme appartenant au groupe wealdien des roches désignées sous le nom de *grès quartzeux blanc du jura supérieur de Moscou*. On les voit dans les carrières de Katalniki à 7 kilomètres de Letkarino. L'*Inoceramus lobatus*, Auerb. et Frea. (4) (non id. Gold.), pour lequel M. Rouillier propose le nom d'*I. Brachowi*, est un des fossiles les plus répandus sur ce point. On y trouve aussi les *Trigonia Joniai*, Rouill., et *Falcki*, id., de même qu'à Tatarovo et aux environs de Klin et de Letkarino. Dès 1769, Falck avait donné une coupe du grès blanc de Panki à 1 kilomètre de Kotelniki. Quant au parallélisme supposé, on conçoit qu'il exige encore, pour offrir quelque probabilité, des preuves plus concluantes que celles-ci.

La craie constitue ensuite, entre Temnikof et Simbirsk sur le Volga, une zone allongée de l'E. à l'O., s'appuyant au N. contre les couches jurassiques et disparaissant au S. sous les dépôts tertiaires, jusqu'à leur nouvel affleurement dans le gouvernement de Saratof. Les nombreux fossiles qu'on y rencontre ont depuis longtemps frappé les géologues par leur ressemblance avec ceux de la craie de l'ouest, et ce point fut un des premiers jalons posés dans cette direction pour établir le synchronisme des dépôts aux extrémités opposées de l'Europe.

Rive droite du Volga.

La formation crétacée de Simbirsk, dit M. Jasikof (5), constitue des collines élevées de 40 à 45 mètres au-dessus du lit des rivières

(1) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XX, n° 4, p. 581, 1847.

(2) *Ibid.*, p. 277.

(3) *Gazette de Moscou*, 26 juin 1847. — *Bull. Soc. I. des nat. de Moscou*, vol. XXII, p. 349, pl. *K*, 1849.

(4) *Bull. Soc. I. des nat. de Moscou*, vol. XIX, pl. 7, fig. 1, 1846. — *Panopæa*, Eichwald, *Géognosie*, p. 515, 1846.

(5) *Notice sur le terrain crayeux du gouvernement de Simbirsk*, trad. par M. Teploff (*Ann. des Mines*, 3e sér., vol. VIII, p. 303, 1836).

et peut se diviser en trois étages dont le premier, en allant de haut en bas, est une craie blanche, tendre et même friable à la partie supérieure, solide vers la base où se trouvent des lits de silex gris cendré et des rognons remplis d'ocre jaune. Les couches inférieures passent à une craie glauconieuse, analogue à celle du nord de la France, renfermant de petits rognons d'ocre rouge et de phosphate de chaux, semblables à ceux du cap la Hève et du sud de l'Angleterre (1). Le second étage constitue une craie grise ou marneuse surtout vers le bas; elle est plus constante et plus étendue que la précédente. Le troisième comprend des marnes calcaires, blanc grisâtre, micacées, qui forment des gradins de 20 mètres de hauteur et sur l'un desquels est bâtie Karsomme (Karsoun). L'épaisseur totale de cet étage ne paraît pas dépasser 50 à 60 mètres, et les couches sont sensiblement horizontales.

L'auteur y signale des fragments et des dents de *Lamna?*, *Baculites vertebralis*, Defr., *Belemnites Scaniæ*, *Belemnites mucronatus*, Schloth., *B. semi-canaliculatus*, *Lenticulites Comptoni*, Sow., *Nodosaria sulcata*, Nils., *Frondicularia complanata*, Defr., *Dentalium*, *Patella*, *Trochus*, *Rostellaria*, *Terebratula carnea*, Sow., *T. intermedia*, id., *T. octoplicata*, id., *T. pectita*, id., *T. Defrancei*, Brong., *T. aspera*, Defr., *T. crania*, Brug., *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. curvirostris*, Nils., *Pecten fragilis*, Defr., *P. corneus*, Sow.? *P. serratus*, Nils., *P. undulatus*, id., *P. arachnoides*, Defr., *P. versicostatus*, Lam., *P. quinquecostatus*, Sow., *Spondylus spinosus*, Desh., *S. punctatus*, *Lima semi-sulcata*, Desh., très abondante, *Inoceramus Cuvieri*, *Pentacrinites*, *Echinus*, *Spatangus cor-anguinum*, Lam., *Ananchytes ovata*, id., *Cidaris variolaris*, Brong., *C. vesiculosus*, Gold., *C. scutiger*, id.

Malgré l'incertitude que nous laissent à beaucoup d'égards ces déterminations spécifiques qui se ressentent nécessairement de l'époque à laquelle elles ont été faites, on ne peut qu'être frappé de la ressemblance générale de cette faune avec celle du groupe supérieur de la formation, en France et en Angleterre. Rien n'y annonce d'ailleurs, comme M. Jasikof le supposait alors, trompé par une

---

(1) C'est probablement à ce niveau qu'appartient un lit de chaux phosphatée, de quelques pouces seulement d'épaisseur, que M. le comte de Keyserling a observé, sur un très grand nombre de points, à la base de la craie blanche du centre de la Russie (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 11, 1846).

certaine analogie dans les caractères pétrographiques, la présence du second groupe que nous avons vu si bien caractérisé dans la Gallicie, mais que nous n'avons plus retrouvé à l'est du Dniester.

Le même observateur a mentionné plus tard (1), dans les assises précédentes les plus basses, un *Ancyloceras*, genre qui n'aurait pas encore été trouvé en Russie et qui le confirmerait dans l'opinion que les argiles micacées, inférieures aux marnes crayeuses, représentent le groupe néocomien. On conçoit que la présence d'un seul échantillon, dont la détermination même peut laisser quelque doute, ne suffit pas pour balancer la conclusion déduite de tant de faits qui lui sont contraires. D'un autre côté, M. Fischer de Waldheim (2) a fait connaître des *Cœloptychium* et un *Scyphia* provenant des marnes et de la craie glauconieuse de Jazikovo et de Chilovka.

Il résulte des observations récentes de M. Jasikof, observations rapportées par les auteurs de la *Géologie de la Russie* (3), qu'aux environs de Simbirsk la formation crétacée, de 75 mètres d'épaisseur, renferme, dans ses assises moyennes et inférieures de craie glauconieuse, près de 40 espèces de coquilles fossiles (*Inoceramus Cuvieri*, *Belemnites mucronatus*, etc.) associées avec des polypiers, tandis que dans les couches supérieures se trouveraient les *Terebratula carnea*, *subrotunda*, le *Spatangus cor-anguinum*, la *Lima Hoperi*, le *Belemnites mucronatus*, le *Scaphites æqualis* avec des polypiers, des crustacés, des dents et des vertèbres de poissons. Près de la ville et à Chilovka, sur la rivière Uren, est une masse d'argile de 30 mètres d'épaisseur dans laquelle on n'a rencontré que l'*Ammonites consobrinus*, espèce qui dans l'ouest de l'Europe appartient aux argiles à Plicatules.

M. Alc. d'Orbigny, dans un appendice paléontologique joint au grand ouvrage sur la *Géologie de la Russie* (4), a décrit et fait figurer quelques espèces de la craie de ce pays, entre autres les suivantes, presque toutes de Simbirsk :

Belemnites mucronatus, Schloth., *Pecten undulatus*, Nils., *P. simbirskensis*, d'Orb., *Avicula tenuicosta*, Roem., *Ostrea vesi-*

---

(1) *Bull. Soc. I. des nat. de Moscou.*—*L'Institut*, 2 déc. 1846.
(2) *Ibid.*, vol. XVII, p. 276, 1844.
(3) Murchison, de Verneuil et de Keyserling, *The geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 273, 1845. — *Tabliza potschw Simbirskoi Gubernii sostawlennaja :* Tableau des roches et des fossiles du gouvernement de Simbirsk. 1 feuille. Saint-Pétersbourg, 1844.
(4) *Ibid.*, vol. II, p. 489.

cularis, Lam., *Terebratula octoplicata*, Sow., *T. striatula*, id., *T. subrotunda*, id., *T. carnea*, id., *T. gracilis*, Schloth., *Magas pumilus*, Defr., *Caprina Russiensis*, d'Orb. (c'est la seule connue dans la craie blanche), *Turbinolia centralis*, Mant.

Aussi l'auteur ajoute-t-il que, sans aucun doute, les couches blanches, crayeuses de la Russie sont contemporaines des mêmes couches observées dans le reste de l'Europe, lesquelles reposant, dans cette partie orientale, sur l'étage d'Oxford, prouvent qu'il y manque les étages de Kimmeridge et de Portland et, aurait-il pu dire aussi, le groupe wealdien et les étages crétacés, jusques et y compris la craie tuffeau.

Si à partir de Simbirsk (1) on suit la rive droite du Volga en descendant le fleuve vers son embouchure, on voit, depuis Sysran, la craie entourer les affleurements des assises jurassiques et former une rangée de collines basses à quelques milles à l'ouest de la route. Elle constitue le promontoire de Kashpoor, et à Kwalynsk, où son épaisseur est de 60 mètres, elle repose sur les sables et les argiles jurassiques avec *Ammonites Panderi*. La coupe de Volsk met à découvert une semblable épaisseur de craie avec *Belemnites mucronatus*, recouverte par un sable blanc jaunâtre, aussi de 60 mètres de puissance, qui passe vers le haut à des bancs de grès siliceux, solides et compactes.

La coupe de la rive droite du Volga, à Saratof (p. 275), montre, au-dessus des assises jurassiques, 1° des sables et des grès jaunes et blancs avec des polypiers; 2° des marnes blanchâtres, grisâtres et bleuâtres; 3° des marnes argileuses gris foncé et des marnes solides avec de la porcellanite, des silex et des argiles sableuses; 4° des lits siliceux couronnés de sables tertiaires. Les bancs siliceux recouvrant les sables verts et les argiles au nord-ouest de Kamischine, placés beaucoup plus bas qu'à Saratof, font voir que, du N. au S., les formations anciennes disparaissent successivement sous les plus récentes. Les roches crétacées se continuent cependant plus loin vers le S., car au relai de Bielaya-Glina la craie blanche forme encore des collines dont on peut étudier la composition dans les escarpements des ravins. De ce point à Antipofka sur le Volga (p. 277), cette craie est recouverte par une couche de sable et d'argile qui, suivant MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, formerait le passage des roches secondaires aux roches tertiaires. A cette couche succè-

(1) *Ibid.*, vol. I, p. 273.

dent des sables et des argiles avec des concrétions et des fossiles rapportés au terrain tertiaire inférieur (*antè*, vol. II, p. 928), puis enfin des sables occupant la surface du plateau qui domine Antipofka.

La craie blanche ne formerait, d'après les savants dont nous suivons les descriptions, que de grandes masses subordonnées aux assises sableuses et argileuses précédentes. C'est du moins ce qu'ils ont observé dans le gouvernement de Kursk et le long du Donetz et du Don. D'un autre côté, on vient de voir que dans la coupe de Bielaya à Antipofka la craie blanche était surmontée de sable et d'argiles qui paraissent se lier intimement aux dépôts tertiaires inférieurs qui leur sont superposés, de sorte que MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling seraient portés à admettre un passage graduel, minéralogique et stratigraphique, entre les roches secondaires et tertiaires de la Russie méridionale, d'autant plus que ni la surface de la craie proprement dite ni celle des autres couches de la même formation ne semblent avoir éprouvé de dénudations, comme cela a eu lieu dans certaines parties de l'Europe occidentale.

Nous disons dans certaines parties, parce qu'en effet, abstraction faite de quelques portions du nord de la France, de la Belgique et de l'Angleterre, il y a le plus ordinairement concordance entre les derniers dépôts crétacés et les premiers dépôts tertiaires inférieurs (régions pyrénéenne, alpine, apennine, etc.). Mais dans ces mêmes circonstances, comme il n'y a pas absolument de passage minéralogique, et que, jusqu'à présent, les faunes ont été trouvées bien distinctes, nous n'avons pu admettre de passage réel entre les deux terrains. Or, c'est précisément l'absence de liaison entre les faunes, soit qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas concordance entre les caractères stratigraphiques ou minéralogiques, qui nous fait plus que douter de celui qu'invoquent les auteurs de la Géologie de la Russie.

Plus au S. et à l'O., de Tzaritzin à Sarepta, et dans tout l'espace compris entre le Volga et le Don, il est souvent difficile de distinguer les sables tertiaires de ceux qui dépendent réellement de la craie. Cependant à Plattisbianskaya, au sud de Golubinskaya, sur la rive droite du Don, des escarpements sont formés de roches crétacées, argileuses, blanches, grises, vertes, micacées, puis de marnes, de grès, etc. Elles constituent des collines de 80 à 90 mètres d'élévation, dont l'aspect contraste fortement avec la steppe plate et gazonnée des Kalmouks qu'elles dominent. Elles ressemblent d'

leurs à celles des bords du Volga, de la Kalitva, affluent du Donetz et des environs de Kursk qui ont été rapportées à la craie.

Orenbourg et Kirghis.

A l'est du Volga, le point le plus éloigné où la formation crétacée ait été observée par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, est situé sur les rives de l'Oural, à 150 verstes au sud-ouest d'Orenbourg. Elle y occupe une zone d'environ 160 verstes de large, et s'avance dans les collines de Semepolatnoi, sur la rivière Uva. Cette zone, sur la carte géologique (pl. VI), est beaucoup plus étendue que le texte ne l'indique, et forme, du N.-O. au S.-E., une courbe parallèle à celle que tracent au nord les couches jurassiques, et au sud les dépôts tertiaires. Partant de Novo-Uzensk, à demi-distance d'Uralsk au Volga, elle vient aboutir presque à l'extrémité sud de la chaîne de l'Oural, dans les steppes de l'Emba ou Mamai, à peu près à égale distance de la Caspienne et de la mer d'Aral. A Ukri Plénie, au pied occidental de l'Oural et sur la rivière même de l'Emba, par 58° longitude orientale, on voit encore cités le *Belemnites mucronatus* et le *Cœloptychium agaricoides.*

Résumé et aperçus généraux.

Ainsi, comme nous le disions en commençant, si l'on excepte certaines argiles des environs de Simbirsk et deux fossiles qui n'ont été rencontrés qu'une seule fois, les couches crétacées, observées de l'O. à l'E., depuis les frontières orientales de la Gallicie et de la Podolie jusqu'à l'extrémité sud de l'Oural, sur un espace de 30 degrés en longitude, et du N. au S., depuis le parallèle de Simbirsk jusqu'à Novo Tcherkask, sur près de 8 degrés de latitude, toutes ces couches crétacées, disons-nous, non seulement ne représentent ni le quatrième, ni le troisième groupe de la formation, mais pas même la base du second que nous avons vue si bien caractérisée dans les Carpathes, et sa partie moyenne dans la Gallicie. Nous ne trouvons tout au plus, dans cette vaste étendue, que la partie supérieure dont quelques uns des fossiles semblent être associés avec les espèces les plus caractéristiques du premier groupe ou de la craie blanche. Cette conclusion est d'ailleurs conforme à celle que sir R. Murchison (1) exprimait plusieurs années avant la publication de son grand ouvrage sur ce pays.

Les assises les plus basses, que nous avons vues s'appuyant contre le massif carbonifère de Donetz, puis contre les dépôts jurassiques

(1) *Observations géologiques sur la Russie*, lettre adressée à M. Fischer de Waldheim (*Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, n° 4, p. 901, 1841).

bien caractérisés des environs d'Izium, dans le gouvernement de Simbirsk, sur la rive droite du Volga, comme au nord d'Uralsk, ne permettent guère de supposer qu'un système de dépôts qui appartiendrait aux groupes inférieurs ait pu si complétement échapper aux recherches dont ce pays a déjà été l'objet. On remarquera de plus que, dans cette grande surface des plaines de la Pologne au pied de l'Oural, nulle part ce seul représentant de la formation crétacée n'atteint une épaisseur de 100 mètres, et qu'il faut s'avancer au S., jusque dans le Donetz, aux environs de Lugan, pour lui en trouver 200, et encore n'y présente-t-il pas de couches plus anciennes qu'au nord. Malgré son développement en surface, cette mer de craie n'avait donc qu'une faible profondeur, laquelle paraît avoir été assez uniforme sur une étendue à peu près double de celle de la France.

Si déjà nous avons fait remarquer ce singulier caractère de monotonie et d'uniformité dans les dépôts modernes, quaternaires et tertiaires de ce pays, nous voyons qu'ils ne se démentent pas non plus dans les derniers sédiments secondaires, et il en sera encore de même à mesure que nous descendrons dans la série des terrains. L'espace compris entre la mer Noire, la Baltique, l'Océan glacial et l'Oural, ou mieux les monts Timans, si l'on en excepte le petit massif du Donetz, semble avoir échappé, par une circonstance toute particulière, à ces convulsions qui ont si fréquemment et si énergiquement accidenté les autres parties du globe. Il n'existe probablement pas une seconde surface de cette étendue, où presque toutes les formations, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus récentes, puissent être encore observées dans leur position première ou à très peu près.

Mais dès que nous nous avançons un peu plus au S., de manière à nous trouver dans la direction que nous avons déjà indiquée, suivant l'axe du Caucase et son prolongement au N.-O., aussitôt apparaissent ces soulèvements, ces dislocations, ces accidents variés, ces caractères pétrographiques modifiés, ces faunes plus complexes, tous ces changements, en un mot, que nous ont offerts les parties occidentales et méridionales de l'Europe.

§ 2. Crimée.

L'ancienne Tauride nous présente déjà un de ces larges accidents nettement accusés, et dont on a pu se faire une idée, d'après ce que nous avons dit en traitant du terrain tertiaire (*antè*, vol. II,

p. 917), du groupe nummulitique (vol. III, p. 175) et des roches ignées (*ibid.* p. 490). Non seulement nous avons décrit ces diverses roches et les dérangements qu'elles avaient éprouvés ou produits, mais encore nous avons indiqué leurs relations avec les dépôts crétacés et jurassiques plus anciens; de sorte qu'il nous reste peu à dire sur ces derniers. Nous renverrons donc le lecteur aux chapitres précités pour tout ce qui se rattache à la disposition générale des terrains de la Crimée et aux phénomènes qui l'ont occasionnée.

En Crimée, dit M. de Verneuil (1), la craie affleure à l'extrémité sud du groupe nummulitique. Sa structure est massive, et sa texture terreuse fait qu'au lieu de produire des escarpements abruptes, elle ne présente que des formes arrondies et des talus de 15 à 20 degrés, couronnés par des murailles verticales de calcaires nummulitiques. Pour l'œil le moins expérimenté, rien n'est plus facile à distinguer de loin que ces deux roches. La craie est, d'ailleurs, parfaitement blanche, homogène, à grain fin, friable, et en tout semblable à celle de l'Europe occidentale. Près de Simphéropol, l'auteur y a trouvé le *Belemnites mucronatus*, un Peigne et une Exogyre. Sous la craie blanche viennent successivement un poudingue avec des Gryphées (entre Karasou-Bazar et Simphéropol), puis des calcaires et des sables jaunes comparés au groupe néocomien des environs de Neuchâtel. Les dépôts crétacés, resserrés entre les roches nummulitiques et jurassiques, n'occupent, d'ailleurs, qu'une faible étendue en Crimée, où ils forment une bande continue, dirigée, N.-E., S.-O., sur le versant nord-ouest de la chaîne et plongeant du même côté.

J.-J. Huot (2) a distingué, dans la craie de ce pays, quatre assises qui sont, de bas en haut : 1° une craie marneuse, blanche, feuilletée, avec *Ostrea vesicularis ;* 2° une craie jaunâtre, remplie de fossiles peu déterminables ; 3° une craie marneuse, blanche, dure, à cassure anguleuse, avec de nombreux fossiles et des plaques de silex disposées dans le sens de la stratification ; 4° une craie marneuse blanche. L'auteur y signale, outre les fossiles dont nous parlerons tout à l'heure, le *Belemnites mucronatus*, le *B. Scaniæ*, une troisième espèce et un très gros Nautile. Ces assises, dont l'épaisseur

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. III, p. 22, 1838. — *Bull.*, 1re série. vol. VIII, p. 191, 1837.

(2) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. II, p. 399, avec carte, 1844.

totale est peu considérable, reposent sur ce que Huot appelle l'*étage moyen* de la formation ou *grès vert*, qui a de 60 à 100 mètres de puissance. Cet observateur a, d'ailleurs, peu éclairci les questions restées douteuses avant lui, et a reproduit sans critique les listes de fossiles déjà connues. Les couches néocomiennes, dit-il plus loin, reposent par places, transgressivement sur les schistes du lias, et les calcaires sont oolithiques vers le bas. Les sables et les grès de Sabli ou d'Orta-Sabla forment des collines dont la base est composée d'argile rouge et de grès avec des rognons calcarifères. Ces argiles plastiques sont employées comme savon pour les bains. Les sables et les grès gris ou jaunes alternent au-dessus. A trois lieues à l'est de Simphéropol, on remarque des marnes bleu noirâtre, des conglomérats marneux, des poudingues silicéo-calcaires, et une masse calcaire avec des Huîtres, des Peignes, des Exogyres, etc. Des amas de lignites, susceptibles d'être exploités, sont subordonnés aux marnes bleues ; tel est celui de Tirenaïr. Plus près de Simphéropol, un autre lambeau néocomien serait inférieur au précédent, et Huot estime aussi que l'épaisseur du groupe varie de 60 à 120 mètres.

Le tableau des fossiles de la Crimée, donné par Dubois de Montpéreux (1), en 1837, et complété dans son grand ouvrage (2), n'offre pas une exactitude suffisante dans la détermination et l'association des espèces ; néanmoins, il renferme plusieurs données intéressantes que nous reproduirons, en les accompagnant de quelques remarques.

Les assises nos 1, 2 et 3 de cette coupe générale appartiennent au groupe nummulitique, dont la partie inférieure est composée de marnes bleuâtres avec *Ostrea gigantea*, *Nummulites Ramondi*, var. *b*, *N. Guettardi*, *N. granulosa*, var. *a*, *N. irregularis* et *N. Leymeriei* (3). C'est par erreur que le *Belemnites mucronatus* a été indiqué au-dessus dans l'assise n° 2 avec les Nummulites précitées.

Avec l'assise n° 4 commence la craie, qui est une marne blanche remplie d'*Ostrea vesicularis*, d'*Aviculina* (nov. gen.), de *Terebratula carnea*, de *Pecten*, de *Vulsella*, de *Pentacrinites*, etc., puis 5• craie marneuse blanche, dure, à cassure anguleuse avec

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 385, 1837.

(2) *Voyage autour du Caucase, en Crimée*, etc., vol. V, p. 385, et VI, p. 240, *passim*, 1840.

(3) Ces espèces sont celles que nous avons eu nous-même occasion de signaler depuis dans la *Monographie des Nummulites*.

Ostrea vesicularis, Lam., *Plagiostoma spinosum*, Sow., *Ostrea flabelliformis*, Nils., *Inoceramus Cuvieri*, Sow., *Terebratula carnea*, id., *Venus*, *Scyphia Oeynhausii*, Gold., *S. Sackii*, id., et plusieurs espèces de Bélemnites ; 6° roche jaunâtre, cristalline, et craie caverneuse, divisée en huit ou neuf couches épaisses, où se trouvent l'*Ostrea vesicularis* et une coquille désignée, sans doute à tort, comme étant l'*Ampullaria crassatina;* 7° craie marneuse blanche avec quelques *Ostrea vesicularis*, *Crania nummulus*, Lam., etc.; 8° grès vert ou chlorité avec *Ostrea vesicularis*, *O. carinata*, *Lima canalifera*, *Terebratula concinna* (espèce jurassique), *T. pectiniformis*, *Nautilus* et une Bélemnite très répandue. Ces cinq assises sont particulièrement caractérisées et reliées entre elles par la présence de l'*Ostrea vesicularis.* La huitième faisait partie de *l'étage moyen* de Huot ou de son *grès vert.*

Les assises 9 et 10, qui viennent au-dessous, seraient au contraire caractérisées par une Huître appelée *O. ventilabrum*, sans indication d'auteur ; or, l'*O. ventilabrum* de Goldfuss est une coquille du terrain tertiaire moyen de l'ouest de l'Europe, et nous ne savons quelle peut être celle désignée par Dubois. La première de ces assises est un grès vert, remarquable par une grande quantité de *Pecten* (*P. orbicularis*, *quinquecostatus*, *cicatrisatus et laminosus*), associés à des ostracées (*O. carinata*, *diluviana*, *biauriculata*, *Exogyra decussata et columba*). La seconde est une marne bleuâtre en plaques, avec *Ostrea biauriculata*, *Exogyra columba*, *Vulsella*, des bryozoaires, le *Schizaster stellatus* (ou *Hemiaster* id. Des.) qui serait du terrain tertiaire de la Volhynie, et l'*Ammonites asper*, Mér. Cette dernière est probablement citée par erreur, son gisement devant être plus bas avec les fossiles néocomiens. Les marnes blanches ou bleuâtres du n° 11, sorte de savon fossile ou d'argile smectique, sont schistoïdes, fendillées en tous sens, et renferment quelques moules de corps organisés provenant d'une autre couche, des Hamites, des Ammonites, etc.

Enfin l'assise crétacée la plus basse, qui porte le n° 12, comprend des calcaires jaunes et des sables qui représentent l'étage néocomien inférieur, tel qu'on l'observe aux environs de Neuchâtel. On y trouve, suivant l'auteur, 68 espèces de fossiles, dont la liste nous semble inutile à reproduire à cause de l'incertitude des déterminations. Ainsi, on y remarque bon nombre d'espèces regardées comme nouvelles et d'autres qui ne sont pas déterminées; puis il y en a qui sont essentiellement jurassiques (*Melania heddingtonensis*,

Ammonites Brocchii ou *Brongniarti*, *A. giganteus*, *A. tatricus*, *A. perarmatus*, etc., *Terebratula vicinalis*, *T. concinna*, *Ostrea gregaria*) qui seraient associées avec des espèces particulièrement néocomiennes (*Discoidea macropyga*, *Cidaris clunifera*, *Exogyra Couloni*, *Terebratula biplicata*, *Gervillia solenoides*), comme avec d'autres qui appartiennent à la craie tuffeau, et même à la craie blanche (*Exogyra lateralis*, *Terebratula alata*, *Cidaris vesiculosus*, *Nautilus radiatus*, *N. simplex*, *N. elegans*, *Ammonites rhotomagensis*, *A. monile*, etc.).

On ne peut donc induire d'une pareille confusion rien autre chose que l'existence, dans ce pays, du groupe de la craie blanche, de celui de la craie tuffeau, bien caractérisé dans sa partie moyenne et inférieure, comme dans les Carpathes et la Gallicie, au N.-O., et les environs de Shumla à l'O.-S.-O., puis d'un représentant du groupe néocomien, reposant sur les couches jurassiques. Quant aux limites stratigraphiques et à la répartition des espèces, elles restent entièrement à déterminer.

A une lieue de Karassoubazar (1), une muraille régulière, de 120 à 150 mètres de hauteur, est formée à sa base par la craie d'un gris blanc, en couches horizontales, avec *Inoceramus Cuvieri*, *Belemnites mucronatus*, *Ostrea vesicularis*, *Scyphia Oeynhausii*, *S. Sackii*, etc.; au-dessus, en stratification parfaitement concordante, est une assise de calcaire compacte, avec des Nummulites, et de 10 à 12 mètres d'épaisseur. Au pied du rocher on extrait, par des puits, le *Kéfékill*, ou schiste savonneux dépendant du *grès vert*. Des cryptes assez étendues ont été creusées dans la partie supérieure de la craie, et le calcaire nummulitique plus solide en forme le toit.

Au pied nord-ouest de l'île allongée de la chaîne taurique, soulevée à la fin de la période jurassique, se déposèrent donc successivement: 1° les couches néocomiennes sableuses, jaunâtres et ferrugineuses; 2° les schistes gris marneux; 3° le grès ou sable vert; 4° la craie blanche; 5° les roches nummulitiques ou tertiaires inférieures. Toute cette série concordante incline légèrement vers la steppe, formant comme la muraille naturelle d'un second cratère d'éruption, qui constituerait aussi la moitié nord-ouest du cratère annulaire signalé par Dubois (*antè*, vol. III, p. 178 et 490). On a vu que des filons de porphyre se montraient au pied de la falaise, autour de Simphéropol, de Sabli, de Badrak, de Kokkoze et du cap Parthénique,

(1) Dubois, *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. V, p. 368.

éruptions qui auraient eu lieu vers la fin des dépôts nummulitiques, détruisant une partie des couches crétacées et donnant à celles qui subsistent encore la disposition que nous retrouvons aujourd'hui.

Le grès vert est souvent masqué par des talus d'éboulement, et la formation crétacée paraît être alors moins développée que vers Baktchisaraï. Au-dessous ressortent des lambeaux d'un calcaire jaune, semblable par ses caractères et ses fossiles au calcaire néocomien de Neuchâtel; puis vient un poudingue composé de cailloux roulés, de phyllade, de grès anciens, de gros blocs de roches granitiques et surtout de jaspe et de quartz hyalin, de toutes les grosseurs, reliés entre eux par un ciment argileux verdâtre. Ce poudingue, antérieur à la formation jurassique et relevé avant son dépôt, forme des couches puissantes, nombreuses, alternant avec quelques bancs schisteux, et qui ont été redressées verticalement par les granites ophitiques et les porphyres de Djinsofou et d'Eski-Orda.

Le *grès vert* et la *craie glauconieuse* circonscrivent le fond de la baie de Sévastopol, occupée par les couches nummulitiques, les marnes blanches avec des lits subordonnés de lapilli, de cendres, de coquilles fluviatiles et terrestres, et des produits volcaniques plus récents. Sur le chemin d'Inkerman à Mangoup, Dubois signale les couches de terre à foulon que l'on exploite; puis il décrit la formation crétacée des environs de Baktchisaraï et fait remarquer (vol. VI, p. 351) qu'en considérant la distribution des ostracées dans la série de couches tertiaires inférieures et crétacées de ce pays, on trouve que là, où cesse de se montrer l'*Ostrea latissima*, commence l'*O. vesicularis*, auquel succède l'*Exogyra columba*, et enfin, à la partie inférieure, l'*Exogyra Couloni*. Si nous ajoutons que l'*Ostrea biauriculata* est associée avec l'*E. columba*, exclusivement dans l'assise nº 10, qu'aucune espèce ne s'élève des couches néocomiennes dans les dépôts nummulitiques où manquent complétement les Bélemnites et les Ammonites qui ne dépassent point la craie, on reconnaîtra que cette partie orientale de l'Europe nous présente encore un exemple frappant de la persistance des horizons paléontologiques, lorsqu'ils sont bien choisis, et qu'il justifie les doutes que nous avons émis sur plusieurs déterminations spécifiques des fossiles compris dans le tableau analysé ci-dessus.

La puissance des divers étages crétacés ne présente pas d'ailleurs ici moins de variations que dans l'ouest de l'Europe. Ainsi, le grès vert, très développé entre Inkerman et Baktchisaraï, a déjà perdu

de son épaisseur et de son importance ; à peu de distance de cette dernière ville, et à Simphéropol il n'est plus représenté que par 3 mètres de craie glauconieuse. Enfin, les divers étages de la formation, et plus particulièrement le groupe néocomien, ont éprouvé de nombreuses dénudations et ont été fortement accidentés par les soulèvements que les roches ignées ont occasionnés à plusieurs reprises (1).

§ 3. Région du Caucase.

La chaîne du Caucase, allongée de l'E. 40° S. à l'O. 40° N., presqu'en ligne droite, depuis Bakou, sur la mer Caspienne, jusqu'à Anapa, à l'entrée de la mer d'Azof, est composée, d'après Dubois de Montpéreux (2), des formations secondaires jurassique et crétacée. La première ou la plus ancienne en occupe le centre ou l'axe sur les trois quarts de sa longueur ; la seconde la circonscrit en traçant tout autour une zone presque continue, plus ou moins large, et qui, au nord-ouest, comprend à elle seule toute la chaîne. L'une et l'autre ont été dérangées et traversées çà et là par les éruptions porphyriques et trachytiques. L'auteur a représenté sur sa carte, par une même teinte, les couches crétacées et les dépôts nummulitiques dont nous avons parlé (*antè*, vol. III, p. 177), et nous suivrons, pour la description des premières, l'ordre géographique qu'il a lui-même adopté.

Circassie.

La côte de la Circassie, sur une grande étendue à l'ouest et à l'est de Ghélindjik, est formée de schistes gris et blancs, avec des rognons de fer sulfuré, des lits de silex subordonnés (3), et des Fucoïdes, semblables à ceux des schistes des Grisons et de Saint-Gall. On a vu qu'en Suisse, et même sur les deux versants des Alpes, ces

(1) Voyez aussi : Stanislas Chaudoir (*Proceed. geol. Soc. of London*, 1831-32, p. 342). — Hoffmann, Rapport sur un voyage géognostique à Odessa et dans le midi de la Crimée, fait en 1838 (Bull. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg, vol. VI, p. 251, 1839). — Kutorga, Mémoire sur la Crimée publié en 1834 (en russe). — Fischer de Waldheim, Lettre à M. le baron de Férussac sur quelques fossiles de la Crimée.

(2) *Bull.*, 1re série, vol. VIII, p. 385, 1837. — *Voyage autour du Caucase*, etc., 1842 ; Carte et coupe de l'Atlas. — *Arch. für Miner. von Karsten und von Dechen*, vol. VII, p. 593, 1834.

(3) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. I, p. 23.

roches formaient l'étage supérieur du groupe nummulitique. En est-il de même dans la Circassie? C'est ce que de nouvelles observations pourront seules déterminer.

Mingrélie.

(P. 367). La station de Sakharbat, dans la Mingrélie, a offert à Dubois une craie blanc jaunâtre avec des silex, mais sans fossiles. Des amas de gypse viennent s'appuyer contre, et le long de la route d'Abacha des porphyres pyroxéniques amygdaloïdes et des mélaphyres ont soulevé les couches crétacées.

Imereth et Géorgie.

De Bagdad à Khané, dans l'Imereth (1), la route passe entre deux murailles de grès vert très régulières, dont la hauteur varie de 160 à 230 mètres, et qui se correspondent sur les rives opposées de la Khanitskali. Cette fente est perpendiculaire à l'axe principal de la chaîne d'Akhaltzikhé, et le grès de ses parois se désagrége et se divise en boules à feuillets concentriques. Plus loin, les porphyres pyroxéniques ont fendu la roche sédimentaire et se sont épanchés par les fissures en entraînant une grande quantité de fragments. Sur la pente méridionale de la même chaîne les porphyres sont plus fréquents et leurs masses sont comme suspendues au-dessus du bassin d'Akhaltzikhé, semblables à des torrents de lave brusquement refroidis.

(P. 353). Les sommets de la chaîne du Likhi sont formés de calcaires crayeux adossés à des schistes et à des grès de la partie inférieure de la craie, ou à des dômes de porphyres pyroxéniques. Du côté de la Colchide, comme sur celui du Karthli, le pied de ces montagnes est recouvert de dépôts tertiaires. Non loin de Souram est un calcaire blanc jaunâtre avec des Gryphées et la *Terebratula plicatilis*. A la station de Moliti commence à se montrer un schiste argileux noir avec les Ammonites et le *Hamites compressus* de la partie inférieure de la craie, surmonté de calcaires noirs avec des ostracées. Ces assises sont pénétrées çà et là par des filons de porphyres noirs.

Près de Kreiti (p. 371), les rives de la Bzoudja sont bordées de grès et d'argiles de diverses couleurs, en couches presque horizontales vers le haut, mais très disloquées vers le bas. L'escarpement est couronné par un récif de craie avec des Bélemnites, des Térébratules (*T. vicinalis*, suivant Dubois, *T. biplicata*, *T. octoplicata*) et une grande Exogyre voisine des *E. Couloni* et *aquila*, désignée sous le nom d'*E. Ritterii*. Au sommet du col, entre Kreiti et

---

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. II, p. 232.

Khotevi, la craie caractérisée par les mêmes fossiles se montre encore à la surface du sol. Toutes les assises calcaires, crétacées ou jurassiques, qui occupent le bas Ratcha jusqu'à la plaine de la Colchide, se relèvent pour former de hautes murailles à pic, au pied desquelles le Phase roule ses eaux à la sortie du haut Ratcha. Ici cesse le calcaire, et, lorsqu'on remonte plus loin le cours du fleuve, les schistes et les porphyres se montrent seuls.

(P. 431.) Une puissante assise de calcaires crétacés, renfermant des lits minces de grès marneux, occupe une grande surface horizontale dans le Letchakoum, mais çà et là des fentes considérables divisent la masse en blocs énormes, séparés par des ravins à parois verticales de 130 à 160 mètres de hauteur. Un de ces massifs isolés supporte encore un lambeau tertiaire caractérisé par le *Nautilus Aturi*. En montant au monastère de Saürmi, Dubois observa une série de soixante-dix couches de calcaires blancs, compactes, fendillés, surmontés de vingt lits de marnes bleues avec *Terebratula carnea*, *Serpula Tortrix* Gold., auxquels succédaient soixante-neuf bancs de calcaires également fendillés, trois lits de marnes bleuâtres, et enfin vingt-deux couches de calcaire et de marne alternant.

A l'est de Koutaïs, l'auteur mentionne des lambeaux de craie et des calcaires blancs avec des silex jaspés de rouge et de jaune (1). Les environs de Satchekhéri sont remarquables par les calcaires dolomitiques qui prennent un grand développement sur les bords de la Kvirila. Ils s'élèvent de 130 à 160 mètres au-dessus de son niveau, en bancs horizontaux mais brisés. La roche est jaunâtre et sans fossiles. Cette dolomie est remarquable par la prodigieuse quantité de grottes dont elle est percée, et qui ont été utilisées pour des habitations. Dubois ne se prononce pas sur son âge, et signale seulement le grès vert, la craie blanche et le terrain tertiaire dans la colline qui domine le village au nord.

(P. 240.) A Tiflis, le Kour coule au fond de fentes ouvertes dans un contre-fort de la chaîne d'Akhaltzikhé, composé de schiste noir et de grès crayeux très dérangés. Ces dislocations sont dues à des filons de porphyres pyroxéniques qui, au centre même de la ville,

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc., vol. III, p. 156. — Voyez aussi : Schlegelmitch, Description géologique de la partie nord-est des monts Bambak, en Géorgie (Acad. de Saint-Pétersbourg. — *Ann. de Berghaus*, 3ᵉ sér., vol. V, p. 173).

se sont épanchés au milieu des schistes dont ils ont enveloppé de grands fragments. Des sources thermales sulfureuses auxquelles la ville doit son origine sortent d'une déchirure profonde dans ces roches. (P. 276.) Près de Pòganloughi, village situé à deux lieues et demie de Tiflis, l'auteur a observé plus de 60 puits de naphte, mais il ne dit pas quelle est leur position, ni quels sont leurs rapports avec les collines de grès vert et de craie qui entourent ce point. Près de Dachesalaki règnent les calcaires à Nummulites.

A la sortie de la vallée du Kargar, et lorsqu'on se dirige vers Chakh-Boulak, on trouve des bancs nombreux de craie blanche, dure, avec des fossiles, et plus loin une colline formée de craie plus ancienne, mais que Dubois rapporte encore à la craie blanche. Il y signale les *Terebratula carnea*, *octoplicata* et *plicatilis*, avec le *Caratomus avellana*, Ag. Au sud-est d'Hélènindorf, les collines de craie blanche ressemblent à celles de Sably, en Crimée, et à peu de distance se développe la série rouge composée de marnes, de grès et de conglomérats alternant et renfermant de nombreux fossiles, surtout des Nérinées et des Rostellaires. Cette série représenterait la partie supérieure de la formation jurassique.

Versant nord du Caucase.

Sur le versant septentrional du Caucase, au delà de Constantinogorsk (1), on voit se relever la craie supérieure et le calcaire à Nummulites. Le passage de la steppe aux pentes sub-alpines de la chaîne est exactement le même que celui que nous avons décrit en Crimée, sur le versant septentrional de la chaîne taurique, entre Symphéropol et Sévastopol. La craie placée sous le calcaire à Nummulites est un calcaire marneux, blanc, divisé en petits fragments; plus bas sont des assises sans fossiles de 8 à 10 mètres d'épaisseur. A la partie inférieure, les bancs renferment des corps ramifiés, peut-être des moules de végétaux; et au-dessous de la craie viennent affleurer les premiers lits de grès vert ou craie chloritée, dont un développement considérable s'observe dans les gorges situées au sud-est de Kislavodsk (2). Un calcaire gris compacte, à texture plus ou moins cristalline, supporte ici le grès vert, et appartiendrait à la formation jurassique. L'étage du grès vert comprend un grès chlorité jaunâtre, un banc mince de 30 et quelques

(1) *Voyage autour du Caucase*, vol. IV, p. 505.

(2) M. Fischer de Waldheim a décrit et fait représenter le *Crioceras Voronzovii* trouvé dans la craie de cette localité (*Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XXII, p. 215, 1849).

mètres d'épaisseur, un grès ferrugineux rouge, de 6 à 8 mètres, et une série de 15 bancs de grès vert, proprement dit, avec *Ammonites dentatus*, *A. navicularis*, *Rostellaria*, *Buccinum*, *Exogyra columba*, *E. virgula?* une grande Huître, *Nucula impressa*, *Cucullæa*, *Trigonia alæformis*, *Pinna*, *Gervillia aviculoides*, *Terebratula rostrata*, *Venuliter trigonellaris*, Schloth., et *Astarte*. Vers le bas du vallon les bancs inférieurs offrent quelques grottes comme en Crimée. Le grès vert de Bargoustan renferme aussi les fossiles que nous venons de citer et dont la détermination est fort incertaine. Plus à l'ouest la craie blanche et les calcaires à Nummulites forment, comme entre Simphéropol et Sévastopol, des gradins disposés en retraite sur les roches plus anciennes.

Daghestan.

M. H. Abich, qui s'occupe depuis plusieurs années de l'étude physique du Caucase et des groupes montagneux de l'Arménie, ayant adressé à L. de Buch une collection d'échantillons de la formation crétacée du Daghestan, le savant géologue de Berlin en a donné une liste (1) accompagnée d'explications et de détails assez difficiles à résumer, mais qu'à cause de leur intérêt nous essaierons de coordonner ici.

Dans la vallée supérieure du Koysut, rivière qui longe la frontière occidentale du Daghestan, des couches entières sont formées d'*Inoceramus sulcatus* et *latus* avec des *Exogyra haliotoidea*. La forteresse d'Akouscha, située à 1427 mètres d'altitude, est entourée de montagnes encore plus élevées vers l'O., telles que le Tourtschi-dagh (2286 mètres), le Tschounoum (2875 mètres), etc. Toutes sont composées des mêmes calcaires, que leurs fossiles doivent faire rapporter à la période crétacée. Ce sont l'*Ammonites Mayorianus*, Pict., propre au gault, l'*A. clypeiformis*, d'Orb., de plusieurs pieds de diamètre, l'*Exogyra laciniata*, Gold. La *Terebratula nuciformis*, Sow., voisine de la *T. depressa*, id., est très répandue dans les calcaires supérieurs du plateau du Tourtschi-dagh, avec la *T. biplicata*, Sow. var. *angusta*, la *Pholadomya donacina*, Gold., une Perne gigantesque (*Perna Mulleti?* Desh.), l'*Ostrea Milletiana*, d'Orb., etc. Ces fossiles se montrent également dans les calcaires bruns très sablonneux et dans une oolithe blanche, à grain fin, tous deux inférieurs aux calcaires précédents et que l'on rencontre lorsqu'on descend du plateau dans la vallée du Koysut.

(1) *Zeitschrift d. Deutsch. geolog. Gesellsch.*, vol. III, p. 150, 1851.

Les assises les plus basses de cette localité sont formées par un grès de 70 à 100 mètres d'épaisseur, renfermant des concrétions bitumineuses, en rognons sphéroïdaux, de 1 mètre à 1m,50 de diamètre, et traversés de veines de carbonate de chaux et d'arragonite. Le grès est tendre, friable, argileux, ressemblant à une marne ou à une argile sablonneuse légèrement endurcie. La roche est verte ou brun jaunâtre, et des calcaires gris cendré, facilement altérables, y sont aussi associés. Les fossiles, fort nombreux dans toute cette série, sont souvent accumulés par places. Les céphalopodes y atteignent de très grandes dimensions, et les brachiopodes ne sont pas moins abondants. M. Abich y a trouvé : *Ammonites Milletianus*, d'Orb., *A. Deshayesii*, Leym., *A. fissicostatus*, Phill., *A. Martini*, d'Orb., *A. Calypso*, id., *A. Duvalianus*, id., *A. infundibulum*, id., *Toxoceras*, de petites Bélemnites, *Rostellaria macrostoma*, Fitt., *Pleurotomaria elegans*, d'Orb., *Buccinum*, indét. *Thetis minor*, Sow., *Exogyra reniformis*, Gold., *Terebratula nuciformis*, Sow., *Pinna*, de très grandes Huîtres, des Pholadomyes, des Moules, des Astartes, des Arches, etc., *Serpula tuba*, Fitt., et *S. flagellum*, Gold. L'*Ammonites rhotomagensis*, Defr., a été rencontrée dans la vallée de Gesgebil, à l'est d'Acouscha et à Kotschalmaki, dans des couches presque verticales supérieures aux calcaires.

Sur un autre point on voit, à partir du dépôt de transport superficiel, une série de couches argilo-sablonneuses remplies d'Exogyres, d'Huîtres et d'Ammonites, puis une seconde série argileuse renfermant des nodules endurcis, gris foncé, avec beaucoup de bivalves et peut-être la *Perna Mulleti*, enfin de nouvelles marnes argileuses avec Ammonites. Les fossiles de ces diverses assises seraient principalement la *Terebratula nuciformis*, Sow., la *Perna Mulleti*, Desh., la *Thetis major*, Sow., l'*Anomia lævigata*, id., le *Rostellaria macrostoma*, id. in Fitt., la *Pinna Robinaldina*, d'Orb. Les couches qui paraissent surmonter les précédentes sont des marnes tendres, argileuses avec *Aucella caucasica* (*Avicula*), passant vers le haut à des calcaires qui affectent les caractères du pläner de l'Allemagne et dans lesquels on observe des Exogyres, des Inocérames, etc. Le tout est recouvert de calcaires crayeux, compactes, avec des Ananchytes et des rognons de fer sulfuré.

Près du Duschoucha et de Choppa sont des grès bruns à grain fin, des géodes semblables aux précédentes avec des Ammonites et l'*Ostrea disjuncta*, et au-dessous les calcaires à ostracées plus com-

pactes, gris ou de teinte claire, et fragmentaires, puis un calcaire oolithique avec *Terebratula nuciformis* et *biplicata*. Cette dernière assise, très puissante et très étendue, forme une partie des sommités du Daghestan et joue un rôle fort important dans la géologie de ce pays. Elle est d'un blanc pur, composée principalement de débris de polypiers et de crinoïdes. On y trouve le *Manon macrostoma*, Roem., et de petites Térébratules lisses dans la montagne de Charikzila où elle s'élève à 2426 mètres au-dessus de la Caspienne. C'est ce même calcaire qui dans le Tourtschi-dagh atteint aussi 2286 mètres et se trouve placé sous les couches avec Huîtres (*Ostrea Milletiana*, d'Orb., *Exogyra haliotoidea*, Sow.).

Le plateau calcaire isolé du Tschounou-dagh, où se montrent les dolomies caverneuses, limite le bassin de l'Anuich, où manquent les schistes et les grès brun-jaunâtre. Le soulèvement du Tschounou a amené au jour des assises inférieures aux calcaires, et composées de marnes gris-clair, en dalles, avec des géodes aplaties de grandeur variable. On trouve dans ces dernières, depuis le Tschounou jusqu'à l'Anuich, l'*Ammonites Hugardianus*, d'Orb., le *Belemnites subfusiformis*, l'*Astarte formosa*, Sow., la *Turritella sexlineata*, Roem., la *Trigonia alæformis*, Park. La *Nucula scapha*, d'Orb., la *Scalaria canaliculata*, id., et d'autres bivalves ont été rencontrées dans un calcaire brun, au-dessus du grès de Tschounou. Les couches schisteuses et marneuses enveloppent aussi des concrétions bitumineuses, des bois silicifiés ou charbonnés, et quelques Ammonites. L'*Ammonites strangulatus*, d'Orb., le *Mytilus falcatus*, id., et une dent de saurien ont été trouvés près de Kumusch-Koysu.

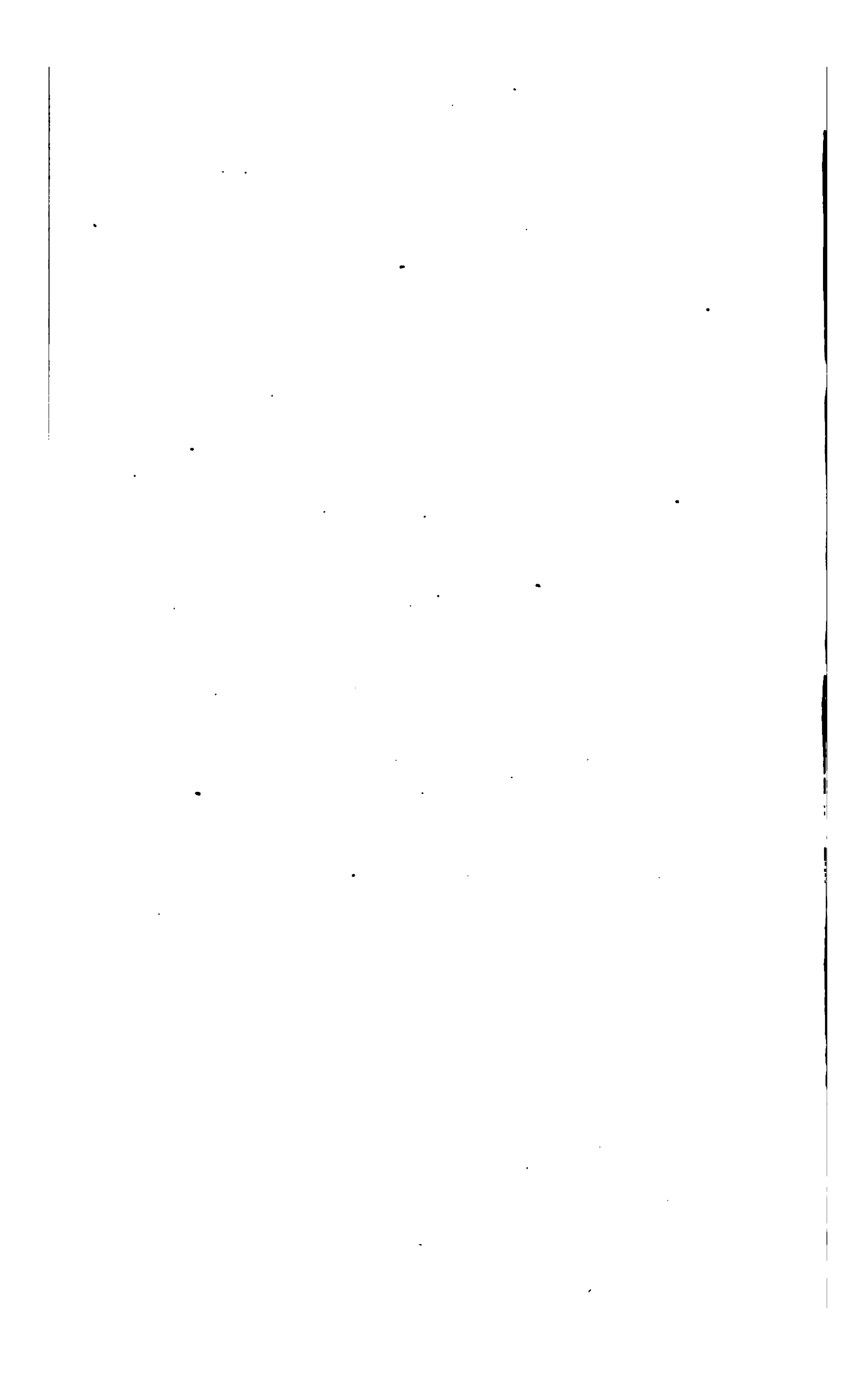
Au sud-est du Daghestan, le Schach-dagh, élevé de 4288 mètres, offre un plateau arrondi, formé par une dolomie jaune, avec *Ostrea carinata*, *O. angulosa*, et une Ammonite voisine de l'*A. biplex*. Sur les hauteurs du Tschalbur-dagh, des calcaires sablonneux rouges, rapportés à la partie moyenne de la formation crétacée, ont offert la *Nerinea nobilis* et les *Terebratula nuciformis* et *biplicata* var. *angusta*. Dubois avait déjà signalé, dans la montagne de Sardal, à une lieue de Gaudjas, les mêmes assises moyennes de la craie, et, dans la craie de Shak-Boulak, qui dépend du massif du Karabag, existent les mêmes Térébratules (*T. nerviensis*, d'Arch.) du calcaire rouge sablonneux du Tschalbur-dagh. Toute cette région, d'ailleurs fort accidentée, n'a présenté d'autres roches cristallines que les cail-

loux roulés de porphyre, etc., qu'on rencontre dans le bassin du Soussac.

Résumé. Si, pour assigner l'horizon de ces diverses assises crétacées, nous considérons actuellement les espèces fossiles recueillies par M. Abich et déterminées par L. de Buch, relativement à leur distribution dans les groupes de l'ouest de l'Europe, nous trouverons qu'en faisant abstraction de l'*Ammonites Calypso* qui est jurassique et qui peut être le résultat d'une erreur de détermination ou de gisement, il y a 16 espèces néocomiennes (*Ammonites clypeiformis*, *Deshayesii*, *Duvalianus*, *fissicostatus*, *infundibulum*, *Martini*, *strangulatus*, *Belemnites subfusiformis*, *Scalaria canaliculata*, *Pleurotomaria elegans*, *Pinna Robinaldina*, *Perna Mulleti*, *Nucula scapha*, *Anomya lævigata*, *Terebratula biplicata*, var. *angusta*, *T. nuciformis*); 7 du gault (*Ammonites Hugardianus*, *Mayorianus*, *Milletianus*, *Ostrea Milletiana*, *Trigonia alæformis*, *Inoceramus sulcatus*, *Thetis minor*), et 13 des parties inférieures ou moyennes de la craie tuffeau (*Ammonites rhotomagensis*, *Rostellaria macrostoma*, *Turritella sexlineata*, *Terebratula nerviensis*, *Ostrea carinata*, *haliotoidea*, *laciniata* (*Exogyra*), *Inoceramus latus*, *Mytilus falcatus*, *Thetis major*, *Astarte formosa*, *Cyprina rostrata*, *Ananchytes*).

Ainsi la formation crétacée, dans cette partie la plus orientale de l'Europe, sur les pentes du Caucase qui s'abaissent vers le bassin de la Caspienne, nous présente un développement non moins remarquable qu'à l'ouest. Ce que nous venons de dire permet de penser que le groupe néocomien y acquiert une grande puissance, et qu'il est recouvert par un système de couches appartenant au second groupe comme dans la Colchide, mais il est douteux que le groupe supérieur que nous avons vu aussi dans la Géorgie, et plus au nord-ouest, y soit représenté. Quant à celui du gault, on doit remarquer que des 7 espèces reconnues par de Buch, et qui ont leurs analogues dans l'Europe occidentale, il n'y en a que quatre (*Ammonites Milletianus*, *A. Hugardianus*, *Ostrea Milletiana* et *Thetis minor*) qui lui appartiennent exclusivement, au moins jusqu'à présent; des 3 autres, 2 (*Ammonites Mayorianus*, *Inoceramus sulcatus*) remontent plus haut, et 1 (*Trigonia alæformis*) descend plus bas. Si, d'une part, on oppose ce petit nombre d'espèces à l'abondance de celles du groupe néocomien et de celles de la craie tuffeau, et si de l'autre on se rappelle que les 7 espèces du gault n'ont pas

été trouvées réunies ou groupées ensemble, mais bien associées, soit à celles du quatrième groupe, soit à celles du second, on regardera comme très probable que le gault n'existe point encore dans le Caucase oriental, du moins, comme constituant un dépôt bien distinct, et que seulement quelques unes des formes qui le caractérisent à l'ouest du continent européen s'y montrent associées avec d'autres plus anciennes ou plus récentes, ainsi que nous l'avons déjà fait observer pour la Bohême et pour la région des Carpathes.



CHAPITRE XI.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ASIE.

§ 1. Asie Mineure.

Comme le Péloponèse et la Grèce continentale, l'Asie Mineure est un pays où le voyageur foule à chaque pas les débris d'une civilisation unique dans l'histoire de l'humanité, où chaque pierre a son nom, où chaque ruisseau est plus célèbre que les plus grands fleuves du globe, où chaque île, chaque cité de sa côte occidentale fut le berceau d'une de ces belles intelligences dont la vive lumière rayonne depuis trois mille ans, sans avoir rien perdu de son éclat ni du charme de la nouveauté, où tout enfin est revêtu du prestige que le temps attache à une terre jadis féconde et aujourd'hui riche en souvenirs. Il ne faut donc pas s'étonner que les hommes instruits qui l'ont souvent parcourue aient d'abord négligé l'étude moins attrayante de sa constitution physique, étude plus froide, dont l'imagination doit être sévèrement bannie, et qui exigeait une attention d'autant plus exclusive que les phénomènes naturels étaient plus compliqués (1).

La position géographique de l'Asie Mineure, relativement à la Turquie d'Europe et à la Grèce, pouvait faire présumer qu'elle se rattachait aussi géologiquement à ces deux pays. Mais on a vu que, sur le littoral de la mer de Marmara et de la mer Égée, les couches nummulitiques n'avaient encore été que très imparfaitement séparées des dépôts crétacés, et que ceux-ci avaient été mal caractérisés et souvent méconnus. Aussi les premiers géologues qui ont exploré

(1) « Les œuvres admirables de l'homme y ont fait oublier celles de » la nature, dit M. Pierre de Tchihatcheff, et l'on paraissait ignorer » qu'à côté des ruines éloquentes il y avait des monuments infini- » ment plus grandioses, qui, eux aussi, avaient leur langage, et qui » n'attendaient, pour élever leur voix, que le moment où l'on vint » les interroger. » *Asie mineure*, etc., vol. I, préface p. IV. In-8. Paris, 1853.

la partie occidentale de l'Asie Mineure, préoccupés de ce qu'ils avaient vu plus à l'ouest, dans la haute Italie et les îles ou les côtes de l'Adriatique, ont-ils dû se méprendre quelquefois sur les vrais rapports des roches de la péninsule dont nous allons nous occuper. Peu familiarisés avec la connaissance des corps organisés fossiles et surtout avec leur distribution stratigraphique, ces géologues, dans les essais de classification, résultats de leurs recherches, ont toujours donné une grande importance aux caractères minéralogiques.

Nous exposerons d'abord les observations relatives à la formation crétacée, telles qu'elles ont été présentées par leurs auteurs, et nous verrons ensuite en quoi elles ont été rectifiées par des études plus récentes, exécutées dans des conditions plus favorables. Ce que nous allons dire fait naturellement suite à la description des dépôts tertiaires et des roches ignées du même pays (*antè*, vol. II, p. 947 et III, p. 181 et 463).

Observations diverses.

MM. Hamilton, Strickland et Ainsworth, qui ont donné des cartes ou esquisses géologiques assez détaillées de certaines parties de l'Asie Mineure, avaient attribué à la formation crétacée une étendue beaucoup plus considérable qu'elle n'est en réalité, parce qu'ils y comprenaient des systèmes de couches qui n'en font point partie.

Environs de Smyrne.

M. H.-E. Strickland (1), en décrivant les environs de Smyrne, a signalé, au sud de cette ville, des calcaires compactes avec des Hippurites, associés à des grès également compactes et à des schistes noirs ou verdâtres. Le tout, extrêmement disloqué, est comparé au grès verdâtre de la Morée, au macigno de la Toscane et des environs de Trieste, roches regardées alors comme de la craie, mais qui ne sont qu'une dépendance du groupe nummulitique. Si ces calcaires et ces grès renferment réellement des rudistes, ils ne sont pas contemporains des dépôts auxquels l'auteur les compare. Au nord de Smyrne la partie orientale du mont Sipylus est composée de calcaires gris qui s'élèvent brusquement au-dessus de la plaine de l'Hermus, et plus à l'ouest les calcaires sont accompagnés d'argiles verdâtres ou noirâtres, semblables à celles de Tartali au sud. On a vu (*antè*, vol. II, p. 948) quelle avait été la succession des phénomènes que l'auteur avait déduite de ses recherches, depuis le soulèvement des montagnes, dont les couches appartiendraient à la craie, jusqu'à l'écoulement des eaux du lac par le lit actuel du Mélès.

---

(1) *On the geology*, etc.: Sur la géologie des environs de Smyrne (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, p. 394, 1837).

Iles et côtes occidentales.

MM. W.-J. Hamilton et H.-E. Strickland (1) ont aussi cru trouver, dans la présence de certains corps organisés, la preuve que l'ensemble des couches qu'ils rapportaient à la craie, dans la partie occidentale de l'Asie Mineure, représentait le calcaire des Apennins de l'Italie, de la Dalmatie, des îles Ioniennes et de la Grèce, comparaison qui pouvait être exacte sans que la conséquence le fût. La rive méridionale du lac d'Apollonia est formée de calcaires compactes, jaune pâle, à grain fin et sans fossiles. Ils s'étendent presqu'en ligne droite de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., plongent dans le lac sous un angle considérable en s'appuyant sans doute contre les schistes du mont Olympe. Ils bordent les rives du Macestus et sont accompagnés d'argiles schisteuses et de grès micacés.

Dans la partie supérieure du bassin de l'Hermus on observe des dépôts arénacés, composés de grès micacés bruns, de quelques calcaires tendres subordonnés et de poudingues. Par places, ces grès sont plus ou moins redressés et recouverts transgressivement par des conglomérats trachytiques et des pépérites, comme sur les bords de l'Aïneh-chai. Au nord de l'Hermus ce sont des dépôts lacustres qui recouvrent ces grès sans fossiles, et dont l'âge par conséquent est resté douteux pour les auteurs eux-mêmes. En regardant comme le meilleur type de la formation crétacée de l'Asie Mineure les roches des environs de Smyrne dont nous venons de parler et dans lesquelles ils citent non seulement des Hippurites, mais encore des Nummulites, MM. Hamilton et Strickland montrent qu'ils étaient peu fixés sur les vrais caractères de cette formation. Mais si l'on se rappelle qu'il en était alors de même dans les parties occidentales de l'Europe qui se rattachent plus ou moins directement aux Pyrénées, aux Alpes, aux Apennins et aux Carpathes, on trouvera que rien n'était plus naturel que la manière de voir des deux savants voyageurs.

Dans l'île de Scio (Chio) et la péninsule de Karabornou, il y a des calcaires gris rattachés au même système. Les montagnes nues et pelées ont cet aspect gris et triste, qui donne un caractère particulier aux paysages de la Grèce et de l'Albanie, où ces mêmes roches dominent. La péninsule rocheuse, entre Sighajik et Teos, est formée par un calcaire blanc-grisâtre, ressemblant à la *scaglia*

---

(1) *On the geology*, etc. : Sur la géologie de la partie occidentale de l'Asie Mineure (*Transact. geol. Soc. of London*., 2ᵉ sér., vol. VI, p. 1, 1841). — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 423, 1836.

du nord de l'Italie, mais quelquefois plus terreux. Il est en bancs épais et recouvert par du sable et des grès remplis de concrétions calcaires. L'île stérile et sauvage de Syme, située plus au sud, a pour base un calcaire compacte, gris blanchâtre, très puissant, avec des bandes et des nodules de calcaire siliceux. Les lits minces sont séparés par des veines de marne ou de sable vert. On n'y observe pas de fossiles, et les couches sont généralement horizontales. Vers le nord, cependant, elle plonge au N.-N.-O. sous un angle de 80°. Au sud, l'inclinaison est au S.-S.-E. Les côtes sont bordées de rochers profondément découpés, et ressemblent beaucoup à celles d'Ithaque. Par places se montrent des schistes jaspoïdes, et les strates sont très contournés.

Ile de Rhodes.

L'île de Rhodes (voyez *antè*, vol. II, p. 947) paraît être formée de roches semblables aux précédentes. Ce sont, en allant de haut en bas, des grès bruns et rouges, et des conglomérats qui occupent le centre de l'île, plongent au S.-S.-O., sous un angle de 50°, et recouvrent, d'une manière concordante, le calcaire compacte (*scaglia*). Celui-ci est développé principalement dans les crêtes élevées du mont Atairo (Attayro), à 1000 ou 1200 mètres d'altitude. Le sommet de la montagne se prolonge sur une étendue de deux milles du N.-E. au S.-O., et presque dans la direction de l'axe de l'île. Les calcaires plongent de 15° à 20° au S.-E., et occupent les 300 mètres supérieurs de la montagne. Vers le bas de celle-ci, la roche renferme des argiles schisteuses calcarifères, rouges, ou marnes, auxquelles succèdent d'autres calcaires. La même série de strates paraît se retrouver en Phrygie, autour du Dineïr (Deenair ou Dinner), vers les sources du Méandre, et constituerait la plus grande partie de la chaîne occidentale du Taurus. Le calcaire écailleux ou *scaglia*, désigné aussi par MM. Hamilton et Strickland, sous le nom de *calcaire alpin*, paraît être plus fréquent dans la partie sud-ouest de l'Asie Mineure qu'au centre et au nord. La présence de nombreuses Nummulites, citées sur beaucoup de points, peut faire présumer que le tout est plutôt une dépendance du terrain tertiaire inférieur, tel que nous l'avons décrit d'après les recherches de M. de Tchihatcheff (*antè*, vol. III, p. 185).

Dans cette partie de l'Asie Mineure, ces dépôts ont été affectés par les mouvements qui ont redressé les roches schisteuses sous-jacentes ; aussi les voyageurs, dont nous rappelons les observations, pensent-ils que ces chaînes ont été soulevées à la fin de la période secondaire, opinion d'accord avec les rapprochements établis par eux.

Ce système qu'ils supposent crétacé, constitue des chaînes élevées, et offre des dislocations sur des échelles énormes, mais sous ce rapport il n'est pas aussi différent qu'ils le pensent des dépôts contemporains de l'ouest de l'Europe; car, à l'exception des petites surfaces du nord et du centre de la France, des Pays-Bas et de l'Angleterre, où leur régularité, leur caractère minéralogique et leur horizontalité témoignent de l'absence de grands dérangements, presque partout ailleurs on a vu à quelles immenses perturbations ils avaient été soumis. Les sédiments tertiaires moyens, qui se sont déposés autour de leur base, semblent avoir été à peine dérangés, et conservent presque toujours leur horizontalité. On a dit cependant (*antè*, vol. II, p. 952) qu'affectés par un soulèvement en masse, ils avaient été portés à 740 et même jusqu'à 1828 mètres d'altitude.

Côtes de la mer Noire.

Plus récemment M. W.-J. Hamilton (1), revenant sur ce qu'il avait émis dans sa publication précédente (2), rapporte au calcaire écailleux (*scaglia*) ou à des couches équivalentes de la craie de l'Europe méridionale, des roches d'un aspect moins cristallin que celles qu'il avait placées dans la formation jurassique. Les calcaires sont associés à des marnes tendres, jaunes, renfermant quelques silex, et par places des empreintes de Fucoïdes. On observe ce système de couches le long de la mer Noire, au sud et au sud-est de Sinope, plongeant de 45° à 50° au N.-E.; puis entre les bains chauds de Kaousa et Ladik, aux environs de Zilleh et d'Amasia (3), dans le district montagneux qui sépare ces deux villes.

A l'ouest d'Amasia, vers Tchouroum, les mêmes roches, redressées verticalement, sont traversées par des produits ignés. A l'ouest de Tekia, les argiles schisteuses bleues sont très contournées, et pénétrées de veines de chaux carbonatée. Entre Tchouroum et Yuzgat il y a deux chaînes, dont la plus septentrionale est composée de calcaires gris compactes et de roches schisteuses, passant accidentellement au jaspe par l'influence des éruptions ignées du voisinage, qui ont encore plus accidenté les strates de la chaîne du sud. A 20 milles, au nord-ouest, autour de Boghaz-Kieui, ces assises

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 370, avril 1849.
(2) *Researches in Asia Minor, Pontus and Armenia*, etc., 2 vol. in-8. Londres, 1842.
(3) On trouve aussi écrit *Amasieh*, *Amasiéh*, *Amasée*, *Amasie*, *Amasiah*, *Amasiya*, etc.

calcaires sont surmontées de trachytes et de roches porphyriques qui se sont fait jour à travers, les ont disloquées et redressées sur certains points. Cette localité serait, d'après M. Hamilton, la limite de la formation crétacée dans cette direction ; au delà commencent les grès qui dépendent du groupe nummulitique. Enfin à 6 ou 7 milles à l'est-sud-est d'Angora, une masse trachytique, sub-prismatique, a soulevé des calcaires compactes, en lits minces, devenus très siliceux, et renfermant des plaques et des nodules de silex. Les calcaires semi-cristallins, à gros grains, que l'on voit près d'Angora, appartiendraient encore à la formation crétacée.

Malgré ces nouveaux détails donnés par l'auteur, sur quelques points de la Paphlagonie, du Pont et de la Galatie, il est facile de voir que la distinction des couches nummulitiques et crétacées n'était pas encore très nette pour lui ; les dernières surtout ne sont nulle part caractérisées d'une manière précise par leurs fossiles, et les limites géographiques ne sont pas mieux arrêtées que celles de la stratification.

Ici, comme pour le groupe nummulitique (*antè*, vol. III, p. 183), c'est encore aux recherches persévérantes de M. Pierre de Tchihatcheff, que nous devons d'être irrévocablement fixés sur l'existence, l'étendue, les rapports et les caractères des sédiments secondaires de cette partie de la péninsule occidentale de l'Asie.

Observations de M. de Tchihatcheff.

Bithynie, Paphlagonie, Pont.

Les roches crétacées de l'Asie-Mineure, telles que les comprend M. de Tchihatcheff, dans un premier mémoire publié en 1850 (1), forment une bande continue, limitée au N. par la mer Noire, et au S. par une ligne qui, partant des environs de Gebissé, sur la rive septentrionale du golfe de Nicomédie à son débouché dans la mer de Marmara, suivrait le littoral, passerait au nord d'Uskub, de Zafranboli et d'Amasia pour se prolonger vers l'E., probablement jusque dans les provinces russes du Caucase, où nous les avons en effet mentionnées. Nous savons en outre que M. de Chancourtois a observé, entre Gumuch-Hana et la vallée supérieure de l'Euphrate, des empreintes d'Ammonites qui paraissent être crétacées. Cette bande embrasserait ainsi une partie de la Bithynie, de la Paphlagonie et du Pont. Le pays qu'elle occupe, généralement montagneux, est composé de calcaires marneux, blancs ou jaunâtres, assez semblables à la craie de l'Europe occidentale, puis de calcaires siliceux, passant à un grès foncé ou jaune, et de marnes plus ou

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 398, 1850.

moins compactes, blanches ou jaunâtres. Ces diverses roches alternent fréquemment, comme on le voit, à l'ouest d'Aktchiko (Aktche-Chehr), sur la côte nord de la Bithynie, où tout le système redressé plonge au N.-O., sous un angle de 25°.

Les strates sont traversés par des roches trachytiques et basaltiques qui les ont partout dérangés, mais comme ces éruptions résultent seulement de phénomènes locaux, quoique assez multipliés, les roches sédimentaires présentent souvent des différences très prononcées dans leur disposition relative, et, près des couches les plus tourmentées et les plus disloquées, on en observe d'autres à très peu près dans leur situation première. Aussi l'auteur n'indique-t-il pas de plongement général ni de direction dominante dans les assises de ce pays. Il a observé des empreintes d'Ammonites entre Ladik et Amasia, puis au sud-est d'Eregli, où elles accompagnent des Inocérames (*I. Lamarckii*). Cette dernière coquille existe aussi dans les calcaires marneux, blancs ou jaunâtres, de l'étroite vallée que traverse le Kara-dagh, non loin de la côte, sur la limite de la Bithynie et de la Paphlagonie. A deux lieues au sud-est d'Eregli, des grès foncés avec des empreintes de plantes indéterminables ont offert le *Pecten quadricostatus*, la *Terebratula disparilis*, d'Orb., plusieurs bivalves et une Alvéoline voisine de l'*A. cretacea*, d'Arch. Il n'y a ici aucune trace des Nummulites si répandues dans les couches fossilifères de Zafranboli, situées à l'est, couches qui sont tout à fait distinctes de celles-ci, et dans lesquelles aucune espèce crétacée n'a été rencontrée.

Les roches crayeuses, échelonnées entre le littoral d'Eregli et les masses trachytiques qui s'élèvent à environ cinq lieues au sud-est de cette ville, composent l'Ara-dagh et une partie du Kara-dagh; elles comprennent les calcaires et les marnes à Inocérames, sont partout redressées et plus ou moins disloquées, tandis que les grès brun noirâtre, avec *Pecten quadricostatus*, des environs immédiats d'Eregli, sont horizontaux. Ainsi il y a des trachytes de l'Asie-Mineure, et surtout ceux de cette partie, qui auraient fait éruption pendant le dépôt de la craie tuffeau, mais de telle sorte que certaines couches auraient précédé ces éruptions et que d'autres les auraient suivies. On conçoit alors que les marnes à Inocérames pourraient être un peu plus anciennes que les grès à *Pecten quadricostatus*.

Quant aux dépôts charbonneux qu'on observe le long de la côte de la Paphlagonie, depuis Eregli jusqu'à Amassera et probablement

jusqu'à Ineboli, formant une bande peut-être continue de plus de 200 kilomètres, ils restent encore à étudier. Déjà les exploitations d'Eregli fournissent la plus grande partie du combustible employé dans le service des bâtiments à vapeur turcs. Tous les autres dépôts de l'Asie Mineure, de même que ceux de la côte de Thrace, le long de la mer Noire, ne sont que des lignites tertiaires et n'ont rien de commun, ni sous le rapport géologique, ni sous celui de leur qualité, avec les vastes dépôts de houille crétacée du littoral de la Paphlagonie, houille qui souvent rappelle les plus belles variétés de la formation carbonifère proprement dite. Hommaire de Hell, qui avait aussi observé ces amas charbonneux, ne s'est pas non plus prononcé sur leur âge. Nous rappellerons seulement ici que nous en avons signalé de semblables sur le versant nord du Harz, mais, avant de rien conjecturer sur leur parallélisme, il est indispensable de constater leur position par rapport aux calcaires et aux grès incontestablement crétacés.

Dans la partie septentrionale de la Bithynie, la craie, très développée, s'avance presque jusqu'aux environs de Constantinople, bordant à l'est la zone de transition du Bosphore, comme le groupe nummulitique limite cette dernière à l'ouest du côté de la Thrace (1). Sur la côte nord de la Bithynie, à 60 kilomètres environ du Bosphore, se montre partout une roche calcaire blanche, fréquemment interrompue par des trachytes et formant des falaises abruptes au nord-est de Kilicly. Ce calcaire, parfois cristallin, en bancs puissants et redressés, plonge au N. de 70° à 80°, devient crayeux et friable près de Chilé, à 13 lieues environ du Bosphore, et se prolonge par des escarpements jusqu'à Sungurlu à l'E.

Une coupe N., S., de la côte à l'extrémité orientale du golfe de Nicomédie, montre que non seulement toutes les assises prennent un aspect de plus en plus crétacé, mais encore cessent peu à peu de présenter les dislocations si prononcées sur le littoral; en effet, les trachytes ne se voient plus dès qu'on atteint la partie moyenne de cette région.

A trois lieues et demie au sud-est de Sungurlu, sur la route d'Ismit (Nicomédie) au village d'Aptypacha, les calcaires marneux blancs, presque horizontaux, renferment une immense quantité

(1) Pierre de Tchihatcheff, *Mémoire sur les terrains jurassique, crétacé et nummulitique de la Bithynie, de la Paphlagonie et de la Galatie* (*Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 285, avec carte, pl. 6, 1851).

d'Inocérames (*I. Cripsii*? Mant.) et d'autres fossiles peu déterminables spécifiquement, mais de formes tout à fait crétacées (*Retepora*? *Ananchytes*, *Orbicula*? articulations d'échinodermes, fragments d'une Ammonite voisine de l'*A. varians*, *Terebratula*, presque identique avec la *T. globosa*, etc.). Si l'on continue à s'avancer vers le S. les fossiles deviennent de plus en plus rares, et les calcaires sont remplacés par des schistes marneux lie de vin, associés à des grès compactes, très durs, micacés et grisâtres. Ces assises, de même que les calcaires subordonnés, sont souvent assez dérangées dans cette partie moyenne de la péninsule; mais au delà, lorsqu'on s'approche de la plaine d'Ismit, elles reprennent leur horizontalité et ne sont plus affectées que par de faibles dislocations.

Dans le voisinage immédiat de la ville les collines sont presque exclusivement composées de grès rouge, jaune, gris, compacte, passant à une brèche très solide, avec des fragments du schiste lie de vin précédent et de calcaire gris du même âge que les calcaires fossilifères. Ces assises, plus récentes que celles qui sont au nord, constitueraient, d'après M. de Tchihatcheff, la partie supérieure d'une seule et même formation, celle de la craie.

Lorsqu'on suit à l'est d'Ismit le pied des montagnes qui limitent la plaine, on voit que les roches de celles-ci ne sont que les affleurements méridionaux du massif crétacé de la Bithynie. Ce sont des grès rouges, alternant avec des marnes feuilletées, et des calcaires blancs sans fossiles, mais semblables en tout aux calcaires caractérisés par les Inocérames. A cinq lieues à l'est de la ville cette chaîne s'avance dans le lac Sabandja dont elle forme la rive septentrionale. L'inclinaison des couches varie du N.-E. au N., au N.-O. et à l'E., sous des angles de 15° à 40°. Les mêmes assises se prolongent jusqu'à Adabazar, non loin du Sangarius. Les Inocérames se montrent de nouveau dans la coupe E.-O., faite au nord-est du lac. Le village de Handek est placé à la limite sud-est de la région crétacée de la Bithynie, car en cet endroit les roches de transition et les trachytes forment une bande étroite qui s'avance vers le N., sans toutefois atteindre la côte de la mer noire, où règne encore la formation crétacée. Dans tout le reste de la péninsule asiatique jusqu'aux contre-forts du Taurus, nous ignorons encore quels sont les véritables représentants de cette formation.

§ 2. — Syrie, Palestine, etc.

Nous commencerons par indiquer la disposition générale des couches rapportées à la craie, dans la partie de l'Asie qui borde la Méditerranée, depuis la Cilicie jusqu'au golfe de Suez, et nous reviendrons ensuite sur les points qui ont été plus particulièrement étudiés.

Disposition générale.

Pachaliks d'Adana, de Marasch et d'Alep.

Sur la carte géognostique qui comprend le Taurus et ses divers rameaux, dans les pachaliks d'Adana et de Marasch avec les parties adjacentes de celui d'Alep, M. Russegger (1) a colorié comme craie supérieure (*obere Kreide*) les massifs montagneux situés au nord et au sud d'Antioche, de chaque côté de la vallée de l'Oronte, puis un petit massif sur la rive droite du Kneik au sud d'Alep, un autre, à l'ouest, très considérable qui se rattache au mont Cassius au sud-ouest pour se continuer au nord-est. Aintab, située dans cette dernière direction, est également bâtie sur un lambeau du même âge; mais ce que nous avons dit (*antè* vol. III, p. 189) nous porte à penser qu'une partie au moins des roches rapportées ici à la craie peut appartenir au groupe nummulitique. Le savant géologue allemand indique aussi plusieurs lambeaux de craie à l'ouest, autour d'Adana, d'Anzarba, de Siss, de Marasch (Aga-dagh) et dans le massif du Karadasch qui forme une presqu'île au sud d'Adana.

Dans une coupe du Taurus dirigée S.-N. et passant à l'ouest de Seihun (1), on voit la craie supérieure et la craie marneuse occuper des collines et des plateaux à couches horizontales. La craie dure avec silex renfermant des assises rouges et brunes, ferrugineuses, serait en stratification discordante avec la précédente comme avec le conglomérat sous-jacent, mais il faut remarquer que les profils de M. Russegger ne sont point, à proprement parler, des profils ou coupes géologiques; ils paraissent indiquer seulement le relief des divers dépôts placés les uns derrière les autres, ou vus en perspective. Ils ne montrent, par conséquent, ni les rapports ni la superposition réelle des strates. Cette observation s'applique à la plupart des profils suivants. Ainsi dans la coupe 8, dirigée E.-O. et prise près de Kaisaria, dans la partie centrale du Bagher-dagh, les relations de

(1) *Reisen in Europa*, *Asien*, etc. Atlas, in-f°, 1842. — Voyez aussi: *Antè*, vol. III, p. 191.

(2) *Ibid.*, vol. II, 2ᵉ part., fig. 6.

la craie blanche et de la craie dure avec les roches cristallines ou ignées, les serpentines, etc., ne se comprennent pas.

Dans la coupe 13, la craie à silex, au nord-ouest d'Antioche, plonge sans doute sous le terrain tertiaire de la plaine, mais on pourrait y voir aussi une relation inverse. La coupe 17, des environs de Beiaz et de Beilan, montre des calcaires noirs et la craie inférieure recouverts de calcaires ou de craie supérieure. La coupe 18, d'Antioche à Alexandrette, passant par Beilan, indique, sous les sables et marnes tertiaires, les calcaires noirs surmontant les serpentines des bords de l'Oronte, puis au delà un calcaire foncé, inférieur au précédent et probablement le terme le plus ancien de la formation crétacée.

Liban et Anti-Liban.

La carte géognostique du Liban et de l'Anti-Liban (1) représente la craie blanche supérieure et la marne (*oberer weiss Kreide und Mergel*) comme formant une bande sinueuse, presque continue jusqu'au nord de Tripoli. Elle s'appuie contre une bande moins suivie de craie grise inférieure, dure (*untere graue harte Kreide*). Deux massifs de grès vert se voient sur le versant occidental, à l'est de Bairouth (2), et toute la crête du Liban appartiendrait à la formation jurassique.

Sur le versant plus rapide de la vallée de Balbek on trouve, à partir du 34e degré de lat., une zone de craie dure, grise, inférieure, et au 34° 40' une autre de craie blanche supérieure, bordée par les dépôts tertiaires, lesquels disparaissent à leur tour sous les accumulations quaternaires du fond de la vallée. La crête de l'Anti-Liban est formée au nord par la craie grise inférieure et au sud par les calcaires jurassiques. Ces deux bandes, placées sur le prolongement l'une de l'autre et en parties contiguës, semblent devoir leur position actuelle à d'énormes failles. La plaine quaternaire de Damas, située plus à l'est, est entourée de craie blanche et de craie grise. Le grès vert forme un lambeau sur le versant sud-ouest du massif jurassique depuis Hasbeya jusqu'à Hermon.

La coupe 19 (3), qui montre les relations des strates du sommet du Sannine, en allant de l'E. à l'O., fait voir que presque tout le massif est composé de couches jurassiques supérieures, suppor-

(1) *Ibid.*, 1842.
(2) On trouve souvent écrit Beyrouth, Bairouth, etc.
(3) *Ibid.*, vol. I, pl. 2.

tant deux lambeaux de craie inférieure et de grès vert. Dans la coupe 20, dirigée de Bairouth vers la partie centrale de la même chaîne, les relations de la craie de l'ouest avec celle de l'est, comme celles du *grès vert inférieur* et des calcaires jurassiques supérieurs ne peuvent être comprises, aucune stratification n'étant indiquée. Il en est de même des profils, 21 dirigé S.-O., N.-E. du Liban, sur la Sannine à Balbek, 22 dirigé N.-O., S.-E. du Liban à Balbek, et 23 dirigé N., S. de l'Anti-Liban ou de Balbek, à Damas.

Palestine.

Dans la coupe de Nazareth au lac de Tibériade (1), le Tabor et tous les pics qui environnent le lac appartiennent à la formation jurassique supérieure de la Palestine avec ses dolomies; puis à l'est règnent probablement les calcaires jurassiques du Liban et de l'Anti-Liban. Dans la coupe de Jérusalem à la vallée du Jourdain (2), la ville sainte, à une altitude de 2479 pieds de roi (805 mètres) (3), est assise sur les mêmes calcaires jurassiques supérieurs avec dolomies, qui supportent vers l'E., à 2509 pieds, une craie blanche supérieure avec des silex, des veines de marnes bitumineuses et d'asphalte, et d'autres salifères. Cette craie repose aussi sur les couches jurassiques inférieures et sur un calcaire à Cidaris, qui constitue le bord oriental de la vallée du Jourdain.

Les assises inférieures de la formation crétacée s'étendent à l'est et à l'ouest de la mer Morte; mais sur les flancs des montagnes, à l'ouest de Jérusalem, il n'y en a plus que des lambeaux isolés çà et là sur les couches jurassiques. Ces dernières, avec des calcaires noirs et des dolomies, forment la rive orientale de la mer Morte, qui se trouve ainsi bordée, des deux côtés opposés, par de puissants massifs de calcaires jurassiques, de calcaires noirs et de dolomies, surmontés par places de lambeaux crétacés. Ce bassin est fermé au S., et en partie au N., par la craie et par les dépôts quaternaires du fond d'El-Ghôr et de la vallée du Jourdain. Le sel gemme et les argiles salifères se voient sur trois points, à l'est, à l'ouest et au sud du lac, et semblent être dans une certaine relation avec les roches crétacées; mais ce sont des produits sans doute beaucoup plus récents, et peut-être même de la période actuelle. Quant aux roches ignées ou volcaniques l'auteur n'en a représenté, s'élevant

(1) *Ibid.*, vol. III, p. 258. — Voyez aussi, *Neu. Jahrb.*, 1839, p. 305.

(2) *Ibid.*, p. 248, et pl. 7 de l'atlas.

(3) On a vu (*antè*, vol. I, p. 207) que cette altitude avait été aussi évaluée par d'autres voyageurs à 720 et 689 mètres.

au-dessus de la craie blanche, que sur les bords de l'Ouadi-Waleh et de l'Ouadi-el-Mojeb, à 8 ou 10 milles géographiques de la rive orientale du lac (voyez *antè*, vol. III, p. 494).

Arabie Pétrée. — Presqu'île du Sinaï.

Pour ne point rompre cette esquisse, faite d'après les grands travaux de M. Russegger, et principalement d'après ses cartes, nous examinerons encore celle de ces dernières qui, faisant suite à la précédente, comprend la partie méridionale de la Syrie ou Palestine et l'Arabie Pétrée (1). On remarquera, toutefois, qu'il y a entre ces cartes une lacune de près de 1°,25′, et que ni l'échelle ni les teintes géologiques de l'une et de l'autre ne se correspondent.

Le *grès inférieur* ou *grès de Nubie* avec ses marnes, qui constitue la partie la plus basse de la formation crétacée, borne au nord le massif du Sinaï, une partie de sa base au sud-ouest, et occupe la pointe méridionale de la péninsule. Il borde aussi à l'est le golfe Ælanitique ou d'Akabah, les roches granitiques continues de la côte, se prolongeant au nord de chaque côté et au fond de l'Ouadi-Akabah jusqu'à moitié chemin d'Ælana à la mer Morte. Çà et là, ces couches secondaires s'appuient contre les roches cristallines, granitiques ou porphyriques. Partout au delà, vers le N., la craie recouvre ces assises inférieures de la formation. Dans la presqu'île du Sinaï, la coupe qui passe par le mont Oreb (2) montre également le grès du Sinaï reposant sur le porphyre, et surmonté d'une craie dure, grise. Celle-ci est recouverte par la craie blanche à silex qui disparaît aussi sous des sédiments tertiaires de la période moyenne.

D'après M. J. Hoog (3), toute la région montagneuse qui circonscrit le Sinaï et se prolonge au nord, en bordant les côtes des deux golfes, est composée de granites, de porphyres, de gneiss, et d'autres roches cristallines, tandis que la région intérieure, à 300 et 450 mètres d'altitude, est formée de craie tendre, quelquefois dure et compacte, de calcaires jaunâtres avec du sel gemme et des sources salées. Ces dernières roches, qui se continuent fort loin vers le N., se terminent au S. par la chaîne de Djebel-el-Tyh, de 1218 mètres d'altitude. Le mont Sinaï des moines ou Djebel-Mousa atteint 2303 mètres, et la plus haute des cimes environnantes 2834 (4).

---

(1) *Loc. cit.*, 1847.
(2) *Loc. cit.*, vol. III, pl. 6, fig. 2.
(3) *Rep. 19th. meet. brit. Assoc. at Birmingham*, p. 52, des *Transact. of the sections*, 1850.
(4) Nous avons supposé que les mesures de M. Hoog étaient en

Entre cette partie montagneuse de la presqu'île et l'escarpement du Djebel-el-Tyh, règnent des grès rouges et des marnes, ou *grès ancien de la Nubie*, qui, avec les couches marneuses, représentent, pour M. Russegger, la formation crétacée inférieure. Ces couches atteignent une élévation absolue de 1200 mètres à Alahader. C'est une variété de ces grès qui, lorsqu'on se dirige vers le N., en suivant la grande dépression, prolongement du golfe d'Akabah, forme les palais de roches et les tombeaux de Petra, l'ancienne Edon. Les crêtes élevées du mont Hor (1200 mètres) et le sol incliné à moitié chemin du golfe d'Akabah à la mer Morte, sol qui se trouve à 150 mètres au-dessus du premier et à 364 au-dessus de la seconde, est une disposition qui empêcherait toujours l'écoulement des eaux du Jourdain au S., ces eaux s'élevassent-elles à 300 mètres au-dessus de leur niveau actuel. Les grès sont recouverts de calcaires crétacés auxquels succèdent, comme on l'a dit, les calcaires tertiaires, les marnes, le grès supérieur de la Nubie, les dépôts quaternaires et modernes.

M. Hoog pense que quelques calcaires rapportés à la craie, par M. Russegger, pourraient être plus anciens, et que les grès inférieurs, dans lesquels Newbold n'a point rencontré de fossiles, appartiendraient peut-être au terrain de transition, mais nous ne sachons pas qu'aucun fait précis soit encore venu confirmer cette présomption. Nous ferons remarquer en outre que, d'après ce que nous avons déjà dit (*antè*, vol. III, p. 204), les couches nummulitiques sont indiquées par M. Russegger sur la rive orientale du golfe de Suez, depuis les eaux thermales d'Hamman, et remontent au N. en formant plusieurs chaînons assez espacés. Peut-être ces couches, dont nous connaissons les Nummulites, sont-elles comprises dans celles que plusieurs géologues ont réunies à la craie.

Descriptions particulières. — Pachaliks de Tripoli et de Saint-Jean-d'Acre. — Chaînes du Liban et de l'Anti-Liban.

Les environs de Bairouth et de Tripoli, avec la portion du Liban et de l'Anti-Liban située à l'est de ces deux villes et entourant la vallée de Balbek, ont été visités à plusieurs reprises; aussi est-ce la partie de la Syrie la mieux connue sous le rapport géologique. Malheureusement les fossiles n'en ont pas été suffisamment étudiés, et les descriptions stratigraphiques et pétrographiques, quoique assez détaillées, laissent encore beaucoup d'incertitude sur l'âge des nombreuses couches dont ces montagnes sont formées. Il y a déjà plus

pieds anglais; si elles étaient en pieds de roi, les hauteurs de ces montagnes seraient 321, 1509 et 2457 mètres.

de vingt ans que M. P.-E. Botta (1) a donné une fort bonne esquisse de ce pays, et nous commencerons par en reproduire les principaux traits.

Mémoire de M. Botta.

La chaîne du Liban commence près de Latakiéh (2), court à peu près N., S., s'élève insensiblement jusqu'au mont Liban proprement dit, qui en est la partie la plus haute et où les neiges persistent, par places, toute l'année, puis elle s'abaisse pour se relever de nouveau au Sannine, à peu près sur le parallèle de Bairouth. Elle se prolonge encore, en diminuant de hauteur et en se courbant à l'O., pour venir se terminer au bord de la mer, près de Saïde (l'ancienne Sidon).

Dans toute la chaîne, dit M. Botta, les roches sont essentiellement calcaires. Sur le versant occidental elles sont fortement inclinées, quelquefois même verticales. La direction générale des couches est N.-N.-E., S.-S.-O., comme celle de la chaîne, et leur inclinaison O.-N.-O., comme celle des pentes. Le versant oriental, toujours fort escarpé, présente les têtes des couches rompues et brisées, tandis que le versant opposé, plus adouci, est souvent formé par une assise calcaire continue, qui ressemble à un immense plan incliné, parfois difficile à gravir. Les couches les plus solides forment par places des crêtes ou murailles en relief, se prolongeant sur de grandes étendues, sur les flancs ou au sommet de la montagne.

La vallée que parcourt le fleuve du Chien (Nahr-el-Kelb) a une direction à peu près E., O., perpendiculaire à celle des couches de la chaîne, et la coupe naturelle des escarpements qui la bordent montre la série descendante suivante, lorsque l'on quitte la côte pour se diriger vers Raifoun à l'E.: 1° un système de roches marno-calcaires, composé d'alternances de calcaires durs, avec des silex en lits et en nodules, et des calcaires marneux blancs, fissiles, qui représenteraient la *craie inférieure*; 2° un système arénacé commençant par un calcaire jaunâtre, plus ou moins mélangé de silice ou de sable, dont quelques bancs renferment des fossiles, et terminé

(1) *Observations sur le Liban et l'Anti-Liban* (*Bull.*, 1re sér., vol. I, p 234, 1831. — *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, p. 135, pl. 12, 1833.—Par suite d'une erreur typographique on a mis *Cotta* au lieu de *Botta*, *antè*, vol. III, p. 191.

(2) On trouve aussi écrit Lataquie, Lataka, Latichez, Ladikie, Ladi-Kieh, etc. C'est une des villes qui portaient chez les anciens le nom de Laodicée.

par des grès ferrugineux, le tout représentant le *grès vert* de l'Europe; 3° un second système calcaire, comprenant des bancs puissants de calcaires marneux, dont les couches supérieures renferment des masses considérables et des lits de silex, et les inférieures, qui en sont dépourvues, sont traversées par des trous ou canaux irréguliers. Ce troisième ensemble de strates appartiendrait au groupe jurassique supérieur.

De même que la pente de la montagne, les strates des deux premiers systèmes sont fort inclinés, quelquefois même verticaux, et ceux du troisième, fort inclinés aussi, deviennent peu à peu horizontaux. Cette disposition est due, comme le montre la coupe faite de la mer au sommet du Sannine, passant par Raifoun, à ce que les couches de ce système inférieur sont légèrement arquées et forment un dôme, profondément entaillé au milieu par la vallée du Nahr-el-Salib, et de chaque côté duquel les couches des deux autres systèmes, fortement redressées, sont inclinées en sens inverse. La succession des strates, depuis la surface de ce dôme jusqu'au sommet du Sannine, est à peu près la même que la précédente, à l'exception des assises calcaires de la cime qui ne se représentent pas au bord de la mer. Des lambeaux du système arénacé s'observent à la surface des calcaires inférieurs comme à Mazra. Les sables sont très ferrugineux et le minerai de fer y a même été exploité. On y trouve aussi subordonnés quelques gisements de lignites impurs, dont plusieurs ont été utilisés comme combustibles. La puissance des dépôts arénacés est d'ailleurs très variable, et il en est de même des calcaires jaunes qui les recouvrent.

M. Botta signale ensuite les marnes fossilifères d'Antoura, remplies de baguettes d'oursins, plus ou moins grosses et ovoïdes. Elles paraissent être inférieures aux couches arénacées et représenteraient les assises jurassiques de Raifoun, où l'on trouve beaucoup de fossiles (Gryphée, voisine de celle du Salève, Térébratules plissées, Natices, Hamites, Pholadomyes, Buccardes, Nérinées, Strombes, Astrées, etc.). Sous le couvent de Bikeurky sont des calcaires à Nérinées avec silex, qui correspondraient à certaines couches supérieures de la vallée du Chien, et sous celui de Sahel-Aalma, à 100 mètres d'altitude seulement, un calcaire argileux feuilleté, assez tendre, renferme une grande quantité d'empreintes de poissons. La disposition de celles-ci dans la roche est fort irrégulière, et elles traversent en tous sens les plans des lits. Les espèces paraissent être assez variées, et quelques unes atteignent de grandes dimensions.

On y trouve de plus des débris de crustacés. Ce gisement d'ichthyolithes diffère de celui de Hakel, dont nous parlerons tout à l'heure, aussi bien par les espèces qu'on y trouve que par sa position plus basse dans la série, la nature du calcaire, l'absence de silex, etc.

Par suite de l'obliquité de la côte, relativement à la direction des couches, le littoral, entre le fleuve du Chien et Tripoli, permet d'observer des assises plus récentes que dans les coupes précédentes, qui partaient du bord de la mer. Ainsi, à la pointe septentrionale de la baie de Djouni, des calcaires blancs, argileux et feuilletés, avec silex, sont superposés à ceux de l'embouchure du fleuve du Chien; ils se retrouvent aussi à la pointe de Bairouth. Au-dessus est un calcaire à silex qui se continue jusqu'à Nahr-Ibrahim; il est divisé en lits minces, nombreux, parallèles, séparés par des veines de silex d'un pouce d'épaisseur, qui réunies, de distance en distance, par des cloisons irrégulières, simulent une muraille en briques blanches, reliées par un ciment rougeâtre.

Au-dessus de l'embouchure du Nahr-Ibrahim, les roches ont une ressemblance frappante avec celles qui forment le sommet du Sannine; ce sont les mêmes rognons de silex, tantôt noir, tantôt rosé. Les calcaires, également durs, caverneux et de même teinte, alternent avec des calcaires blancs. Cette identité des roches de la base du Liban qui disparaissent sous la mer, avec celles des hautes cimes situées à l'E., justifie la supposition d'un vaste soulèvement en dôme, accompagné d'une immense faille qui aurait porté à une grande élévation les couches supérieures, formant ces plus hautes cimes, en les inclinant à l'E., tandis qu'abaissées à l'O., elles plongent en sens inverse sous la Méditerranée.

(P. 150). Des calcaires semblables à ceux d'Antoura succèdent vers Djibaïl aux représentants des roches du Sannine, et sont encore plus récents; ils forment le premier gradin de la chaîne, et si l'on se dirige vers le village de Hakel on marche de nouveau sur les assises supérieures du Sannine, qui sont ici fort puissantes et dans lesquelles on trouve, au-dessus du village, le gisement de poissons fossiles qui a rendu cette localité célèbre. La roche est un calcaire marneux, feuilleté, dégageant une forte odeur d'hydrogène sulfuré et renfermant des lits irréguliers de silex ou de calcaires siliceux avec des poissons. Ce gisement se distingue de celui de Sahel-Aalma par les espèces qu'il a offertes, par leur disposition dans la roche, par la nature de celle-ci et parce qu'il appartient à un niveau

plus élevé, l'autre étant très rapproché des dépôts sableux ou arénacés.

La coupe faite, en descendant de ce point à Tripoli, a confirmé M. Botta dans la relation des couches telle qu'il l'avait déjà observée, c'est-à-dire, au-dessus des assises du Sannine, le calcaire fragmentaire de Djibaïl, un calcaire blanc, argileux, et un banc de calcaire sans silex sur lequel est bâtie la ville de Tripoli. Toutes les couches dirigées N.-N.-E., S.-S.-O., coupent, sous un angle très aigu, la direction de la montagne, et leur inclinaison est toujours très forte.

A ces calcaires de Tripoli, en bancs puissants et presque horizontaux, succèdent, lorsqu'on se dirige au S.-E. de ce point vers le sommet du Liban proprement dit, des calcaires fragmentaires très redressés et des calcaires blancs, argileux, que M. Botta regarde comme représentant les bancs à poissons de Hakel. Les strates, très dérangés ensuite, ne lui ont pas permis de reconnaître une succession régulière, jusqu'à une altitude de 650 mètres, où il a atteint le calcaire jaunâtre immédiatement supérieur aux grès. La roche jaune ou verdâtre, sablonneuse, presque horizontale, renferme quelques fossiles et une argile ferrugineuse semblable à celle du Nazra. Depuis Eden jusqu'au sommet de la chaîne, les couches supérieures à celles-ci sont presque horizontales, et lorsqu'on redescend vers Bicherré on les retrouve reposant sur le système sablonneux. La coupe des montagnes environnantes reproduit celle du Sannine. Sous une grande épaisseur de calcaires blancs se montrent le calcaire jaune et les roches arénacées sur lesquelles est bâti Bicherré, puis les calcaires jurassiques.

Les cèdres si célèbres dans les récits bibliques se trouvent au-dessus du village, dans une petite plaine montueuse, dont le sol est formé des débris des cimes voisines. La vallée profonde de Cannobine qui y aboutit met à découvert la série des roches du Sannine. De ces arbres séculaires, pour arriver au sommet de la montagne, on gravit encore pendant une heure, puis on atteint une crête étroite sans aucun plateau. Là, on retrouve le même calcaire à silex, les calcaires magnésiens, les sphéroïdes de chaux carbonatée, les échinodermes, les coquilles bivalves et les rudistes de la partie la plus élevée du Sannine. Sur les pentes rapides du versant oriental les couches plongent fortement à l'E.

La vallée qui sépare le Liban de l'Anti-Liban est d'une forme ovale allongée ; les deux chaînes, très rapprochées du côté de Lakiéh, s'écartent ensuite pour converger de nouveau l'une vers l'au-

tre, vis-à-vis du Sannine. Le Liban décrit une courbe assez prononcée, tandis que l'Anti-Liban suit une ligne presque droite.

La plaine de Balbek est tout unie, d'environ quatre lieues de large, et occupée par un dépôt quaternaire recouvrant probablement les dernières couches secondaires qui portent Tripoli. Ce sont ces mêmes calcaires que l'on a employés pour les temples de l'ancienne Héliopolis, et dont les blocs énormes font l'étonnement des voyageurs. M. Botta en a mesuré un resté sur la place de son extraction, et qui avait 30 pas de long sur 12 pieds de large et autant d'épaisseur. Dans les ruines du temple du Soleil, il y en a plusieurs qui ont de pareilles dimensions. Les couches des carrières de Balbek sont inclinées comme les flancs de la montagne, de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. ; de sorte que la vallée qui sépare les deux chaînes peut être regardée comme une dépression synclinale. Le retour du savant voyageur au Sannine, par Zahlé, lui a offert la même série de strates que le versant oriental.

Résumé.

Des trois systèmes de couches dont se compose la portion du Liban étudiée par M. Botta, on voit que c'est la partie moyenne du plus récent d'entre eux qui a été portée le plus haut, et qui forme toutes les crêtes et les cimes, depuis le Liban proprement dit jusqu'au Sannine. Ce sont des calcaires en bancs minces avec des silex en lits ou en rognons, renfermant des échinodermes vers le milieu et des poissons vers le bas. L'étage supérieur de ce système, composé de calcaires et de marnes sans silex, est resté dans les parties basses du pays, et l'inférieur, présentant des alternances de calcaires caverneux et de marnes avec silex, a partagé les déplacements de celui qui le recouvre, de même que le système sableux sous-jacent et les calcaires jurassiques qui supportent le tout.

Cette disposition peut s'expliquer par un soulèvement opéré suivant une ligne parallèle à la chaîne, mais ne coïncidant pas cependant tout à fait avec son axe, de telle sorte que la ligne de brisement des couches, ou celle de l'angle formé par leur ploiement, se trouve un peu à l'ouest de cet axe. L'effort souterrain se serait manifesté sur une plus grande largeur vis-à-vis du Sannine qu'au nord. En soulevant les couches inférieures, il les aurait poussées à travers celles qui les recouvraient, et qui se trouvèrent ainsi écartées et rejetées sur les deux versants. Au Liban, où l'action soulevante s'est produite sur un espace très restreint, le calcaire jurassique inférieur aux sables n'a pas été amené au jour, et les sables eux-mêmes n'apparaissent que dans la profonde coupure de Bicherré.

Paléontologie du Liban.

Ce travail de M. Botta ne laisse guère à désirer que la connaissance des fossiles qu'il a rencontrés et qui seule pourrait nous fixer sur le véritable niveau des couches qu'il a décrites comme appartenant à la formation crétacée. En l'absence de ces renseignements sur les polypiers, les échinodermes et les coquilles, il resterait à la vérité les poissons qui ont été étudiés et décrits, mais qui paraissent insuffisants pour résoudre toutes les questions de détail. M. Agassiz (1) a réuni ces ichthyolithes à ceux du mont Bolca, en disant de ces derniers qu'ils semblent appartenir à une période intermédiaire entre le terrain tertiaire et la formation crétacée; mais on a vu (*antè*, vol. III, p. 116) qu'ils dépendaient réellement du premier ou du groupe nummulitique. En serait-il de même de ceux du Liban, et ceux que le savant zoologiste a décrits sont-ils tous de Hakel, ou bien n'y en aurait-il point qui provinssent du gisement inférieur de Sahel-Aalma? C'est ce que nous ne déciderons pas.

Ces espèces, mentionnées par M. Agassiz, sont: *Vomer parvulus*, *Sphyræna Amici*, *Clupea Beurardi*, Blainv., qui se trouve aussi à Saint-Jean d'Acre, *C. brevissima*, id., *C. lata*, et *C. minima*. Aucune d'elles n'avait encore été signalée ailleurs.

M. Ph. de Grey Egerton (2) a décrit un poisson cartilagineux (*Cyclobatis oligodactylus*), voisin des Raies et des Torpilles, provenant aussi du Liban, et M. Pictet (3), ayant reçu un grand nombre d'échantillons de ces ichthyolithes, a soumis à une révision complète tout ce qui avait été écrit sur ce sujet, et en particulier les espèces dont M. Heckel (4) avait augmenté la liste donnée par M. Agassiz. Il y a ajouté un certain nombre d'espèces nouvelles; mais son travail, quoique fort complet, ne lève pas cependant encore les doutes sur l'âge même des couches qui renferment les empreintes de poissons.

Le savant zoologiste de Genève, qui connaît toute l'importance des distinctions géologiques, insiste avec raison sur la séparation des deux

---

(1) *Tableau général des poissons fossiles*, in-4, Neuchâtel, 1844.—*Notice sur la succession des poissons fossiles*, 1843. C'est la 18e livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*, du même auteur.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 225, pl. 5, 1844.— *L'Institut*, 18 août 1844.

(3) *Description de quelques poissons fossiles du mont Liban*, in-4, 10 pl., Genève, 1850.

(4) *Abbildung und Beschreib. d. Fische Syriens*, in-8. Stuttgardt. 1843-49.

gisements dont nous avons parlé. Il fait remarquer que, si M. Heckel a hésité à les placer entre les derniers dépôts crétacés et le terrain tertiaire, le grand nombre de formes perdues et la différence entre ces ichthyolithes du Liban et les poissons des mers actuelles ne permettent guère de les rapporter à ce dernier terrain. D'un autre côté, l'absence de ganoïdes proprement dits indique qu'ils sont plus récents que la période jurassique, et l'existence du *Beryx*, et surtout celle du genre *Dercetis*, jusqu'à présent propre à la craie blanche, feraient rapporter ces couches à la formation crétacée. Ces considérations semblent devoir s'appliquer aux deux gisements, car la proportion des formes éteintes est absolument la même dans l'un et dans l'autre, et, quoique le gisement de Sahel-Aalma soit, d'après M. Botta, inférieur à celui de Hakel, M. Pictet pense qu'ils ne doivent pas être fort éloignés l'un de l'autre dans la série géologique du pays. Nous reproduirons ici la liste que ce savant a donnée des espèces de chaque localité, et dont le nombre total est de 34 (1).

POISSONS DU CALCAIRE MARNEUX TENDRE DU COUVENT DE SAHEL-AALMA.

CTÉNOÏDES.	CYCLOÏDES MALACOPTÉRIGIENS.
Pagellus leptosteus, Ag.	*Osmeroides megapterus*, Pict.
— *libanicus*, Pict.	*Eurypholis longidens*, id.
Pycnosterinx discoides, Heck.	*Spassiodon Blondelii*, id.
— *Heckelii*, Pict.	— *elongatus*, id.
— *Russeggeri*, Heck.	*Clupea lata*, Ag.
— *dorsalis*, Pict.	— *minima*, id.
Vomer parvulus, Ag.	— *Beurardi*, Blainv.
	Rhinellus forcatus, Ag.

(1) Des représentants de cette faune ichthyologique de la Syrie ont été retrouvés, d'une manière bien inattendue, dans des échantillons que M. Pierre de Tchihatcheff a obtenus, comme provenant des exploitations en galeries de Makrikoï, village situé près de la côte, à une lieue au sud-ouest de Constantinople. Ce sont des calcaires durs ou tendres, gris jaunâtre, qui se délitent en dalles. M. Valenciennes (*a*), qui a étudié avec soin ces échantillons, y a reconnu les *Eurypholis sulcidens* et *Boissieri*, le *Clupea brevissima*, et une espèce d'un genre nouveau (*Strymonia syrica*) dont l'analogue a été trouvée par M. Botta dans le calcaire tendre de Sahel-Aalma, semblable à celui de l'échantillon de Makrikoï, tandis que la roche des autres ichthyolithes de cette dernière localité est semblable à celle de Hakel. Un crustacé de la famille des salicoques, que l'on trouve au

(*a*) *Bull.*, 2e série, vol. VIII, p. 501, 1851.

CYCLOÏDES ACANTHOPTÉRIGIENS.

Mezogaster gracilis, Pict.
Sphyræna Amici, Ag.
Isodus sulcatus, Heck.

SCLÉRODERMES.

Dercetis tenuis, Pict.
— *triqueter*, id.
— *linguifer*, id.

CHONDROPTÉRYGIENS.

Spinax primævus, Pict.

POISSONS DU CALCAIRE SILICEUX DUR DE HAKEL.

CTÉNOÏDES.

Beryx vexillifer, Pict.
Platax minor, id.
Petalopteryx syriacus, id.

SILUROÏDES.

Coccodus armatus, Pict.

CHONDROPTÉRYGIENS.

Cyclobatis oligodactylus, Egert.

CYCLOÏDES MALACOPTÉRIGIENS.

Eurypholis sulcidens, Pict.
— *Boissieri*, id.
Clupea sardinoides, id.
— *macrophtalma*, Heck.
— *laticauda*, Pict.
— *brevissima*, Ag.
— *gigantea*, Heck.

L. de Buch (1) a décrit l'*Ammonites syriacus*, espèce remarquable du groupe des Cératites et qui avait été recueillie à Bhamdun, sur la route de Bairouth à Damas, où elle paraît être associée à une Exogyre voisine de l'*E. flabellata*, Gold., à l'*E. secunda* (*E. columba*, var. *minor.*), à la *Terebratula biplicata* var. *angusta*, avec un Pleurotomaire, une Nérinée et des baguettes de *Cidaris glandiferus*, Gold., fossiles qui font présumer l'existence d'un étage

---

Liban, accompagne aussi les poissons de la Thrace. Malheureusement le gisement de Makrikoï, recouvert de puissants dépôts quaternaires, et à peu de distance des affleurements des strates nummulitiques, n'est pas non plus bien déterminé sous le rapport géologique, et ne peut aider à prononcer sur ses analogues présumés de la Syrie. Enfin, ces mêmes échantillons n'ayant pas été recueillis en place par le savant voyageur qui les a fait connaître, il faut, pour se prononcer, attendre encore le résultat des nouvelles recherches qu'il nous a promis de faire à ce sujet.

(1) *Ueber Ceratiten*, etc. : Sur les diverses Cératites de la craie (Acad. de Berlin, juillet 1847.—*L'Institut*, 22 mars 1848), imprimé à part, in-8, 1 pl.— Acad. de Berlin, 20 janv. 1848.— *Uber Ceratiten*, in-4, 7 pl. (p. 20 et pl. 5), 1849.

inférieur de la formation crétacée, et peut-être du groupe néocomien. Cette conjecture serait encore appuyée par les échantillons que M. Gaillardot a aussi rapportés du Liban. Outre les empreintes de poissons peu déterminables, et provenant sans doute de l'un des gisements dont nous avons parlé, nous avons pu distinguer, parmi les fossiles extraits d'un calcaire marneux jaunâtre, un *Toxaster*, espèce nouvelle du *premier type* de MM. Agassiz et Desor, puis l'*Exogyra Boussingaulti*, d'Orb., parfaitement identique avec les individus de l'ouest de l'Europe, un *Cardium*, n. sp., voisin du *C. Hillanum*, un autre également nouveau, une *Astarte*, un moule de grande bivalve, peut-être une Crassatelle, une Natice qui se rapproche de la *N. Requieniana*, d'Orb., un *Trochus* ou Pleurotomaire et deux Phasianelles, dont une très grande. Ces formes annonceraient aussi les étages inférieurs ou médio-inférieurs de la formation crétacée.

Observations diverses.

M. V. Williamson (1) a trouvé, en montant au Gebel Suneen, probablement le Sannine, qui domine à l'E. la ville de Bairouth : 1° des calcaires compactes, sur une hauteur de 360 à 450 mètres; 2° un conglomérat siliceux, grossier, avec des veines de lignites et des fragments de bois silicifiés, de 240 mètres; 3° un calcaire compacte de 600 mètres; 4° une roche ferrugineuse de 15 mètres; 5° des lits d'Huîtres et des calcaires compactes formant le sommet, sur une épaisseur de 30 mètres. Un dyke basaltique a traversé les calcaires compactes. On retrouve donc, dans cette brève énumération, les principaux caractères des assises déjà observées et beaucoup mieux décrites par M. Botta. Les fossiles des calcaires sont à l'état de moules, à l'exception d'un poisson (*Clupea brevissima*) appartenant à une des espèces déjà citées. Quant aux autres corps organisés, aucun d'eux n'a pu être identifié avec des espèces connues; mais l'auteur les regarde comme plus voisins des formes crétacées que de toutes autres. Ainsi un *Dolium* se rapprocherait beaucoup du *D. undosum*, Sow., une *Venus* serait voisine de la *V. angulata*, id., et une Nérinée serait peu différente de celle qui accompagne les Hippurites des environs de Lisbonne, etc.

M. Launau (2), en se rendant de Damas à Bairouth, a traversé

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 291.

(2) *Notes on the geology*, etc. : Notes sur la géologie de quelques parties de l'Asie occidentale, rédigées d'après les échantillons et les observations des missionnaires américains, par M. E. Hitchcock (*Transact. assoc. amer. geol.*, 1840-42, p. 348. Boston).

le Liban et l'Anti-Liban; il signale, au sommet de ce dernier, un conglomérat, puis au-dessous un calcaire crayeux, et dans le bas des calcaires compactes. Les grès seraient au-dessus de ces derniers, au lieu de leur être inférieurs, comme le pensait M. Botta; mais, à cet égard, la ressemblance des roches et leur dérangement ont pu induire en erreur le savant missionnaire, et la superposition a été vérifiée sur trop de points, par son prédécesseur, pour que nous admettions cette rectification sans une nouvelle étude plus complète. L'auteur compare les calcaires schisteux et marneux avec poissons de Hakel à ceux du mont Bolca, et signale ailleurs de nombreux fossiles, entre autre des Hippurites, puis des nodules de calcédoine et les couches bitumineuses et de lignites déjà observées aussi.

Ce qui justifie l'opinion que nous avons exprimée sur l'exactitude des recherches de M. Botta, c'est la coupe qu'a donnée M. Blanche(1), de la vallée du Damour, passant par le village d'Abey, situé à environ cinq heures de marche au sud-est de Bairouth. La montagne où est bâti ce village fait partie d'une croupe allongée, N.-S., parallèlement à la côte. Le versant opposé à celui qui regarde la mer est presque à pic et descend uniformément jusqu'à la rivière qui court N., S., au fond d'une vallée très encaissée. Les couches de l'escarpement qui borde cette dernière du côté de l'E. sont horizontales; leur stratification est parfaitement régulière, et, prises dans leur ensemble, elles offrent trois divisions principales d'un aspect très différent. La plus élevée se compose d'une série de roches calcaires, blanchâtres ou jaunâtres, dont la surface est dépourvue de végétation; la seconde est presque entièrement formée de sables ferrugineux, très colorés et couverts par des forêts de pins; la troisième, la moins développée, présente des calcaires assez semblables aux précédents. Or, il est facile de reconnaître ici les trois systèmes des massifs du Sannine et du Liban, et les détails de la coupe complètent l'exactitude de ce rapprochement.

M. Blanche distingue, dans sa division supérieure, 7 assises principales, dont la quatrième entre autres est caractérisée par de grandes Huîtres, des coquilles bivalves et univalves assez nombreuses, et la sixième aussi par beaucoup de fossiles, particulièrement des Ammonites d'assez grandes dimensions, des Pholadomyes, des Térébratules, des Huîtres, des Spatangues, des crinoïdes, etc. La septième, ou la plus basse, consiste en un calcaire blanc, très dur, très compacte et

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. V, p. 12, et pl. 1, fig. 1 et 2, 1847.

sub-cristallin, divisé en blocs énormes qui forment une muraille de 20 à 30 mètres de hauteur, que l'œil peut suivre du N. au S. dans toute la longueur de la vallée, et que l'on retrouve au même niveau sur le versant opposé.

Au-dessous, et nettement séparée de la précédente, commence la seconde division, précisément comme dans le Liban et le Sannine, par un calcaire jaunâtre, terreux, de teinte de plus en plus foncée vers le bas. Il est rempli d'oxyde de fer hydraté, d'abord en petits fragments, puis en rognons, et enfin en couches, où les grains de quartz, remplaçant le calcaire, font ainsi passer la roche à la masse sableuse sous-jacente. Celle-ci est très épaisse et divisée par des lits ferrugineux ou des couches d'argile plus ou moins charbonneuse. A Cornais, à huit ou dix heures de marche au nord d'Abey, le lignite est plus abondant, et son exploitation a été essayée, quoique donnant un combustible de médiocre qualité. Ces roches passent de nouveau, vers la partie inférieure, à des calcaires assez semblables à ceux qui les recouvrent, et l'on arrive à la division la plus basse dont les calcaires, remplis de silex noir foncé, fort abondants, ont été entamés par la rivière et en forment le lit.

Sur le versant oriental, au delà d'Abey, les assises précédentes viennent buter contre un cône de roche noire, à base de pyroxène, avec des cristaux de feldspath, et se délitant en grosses boules à surface terreuse. Cette roche que l'on retrouve au fond de la plupart des vallées ou sur leurs pentes, paraît avoir joué un rôle important dans le soulèvement de la chaîne. Cependant la coupe de M. Blanche ne montre aucun dérangement des strates sédimentaires à son contact, et leur altération paraît être très faible. Sans se prononcer sur des questions de détail, l'auteur n'hésite pas à rapporter cet ensemble de couches à la formation crétacée.

Recherches de M. Gaillardot.

Nous avons dit (*antè*, vol. III, p. 190) ce que M. C. Gaillardot entendait par son *système libanien*, dans lequel il comprend à la fois les couches nummulitiques des montagnes qui entourent Antab, courant parallèlement au Taurus, celles de l'Alma-dagh, puis tous les groupes montagneux du Liban et de la chaîne de Naplouse, où l'on n'a point encore signalé de Nummulites, mais qui ont été regardés, avec toute probabilité, comm[illegible] terrain secondaire. Ce nom de *système liban*[illegible]ellement à la partie du Liban que nous [illegible] aucune idée nette des caractères [illegible] gne; et, en supposant qu'il compren[illegible]

établis précédemment par plusieurs géologues, il ne peut à aucun titre être introduit dans la science. Nous avons aussi parlé, d'après le même observateur, des roches ignées de la Syrie et de la Palestine (*antè*, vol. III, p. 492). Il ne nous reste donc qu'à ajouter quelques mots sur certaine série de couches, prolongement de celles dont nous avons parlé ci-dessus, et qui, ainsi qu'on l'a dit, appartiendraient, pour la plus grande partie, à la formation crétacée, et quelques unes peut-être à la formation jurassique supérieure. Le groupe nummulitique, si bien développé au nord d'Antioche et au sud, le long du golfe de Suez, a probablement aussi quelques représentants dans les chaînes placées entre ces deux points; mais jusqu'à présent nous ne possédons aucune donnée précise à son égard.

La vallée de Balbek, suivant M. Gaillardot (1), est fermée au S. par des montagnes calcaires qu'ont soulevées les roches ignées. De ce massif, qui forme l'extrémité méridionale de l'Anti-Liban, se détachent deux chaînons: l'un, dirigé au S.-O., rejoint les montagnes qui terminent au sud le Liban proprement dit; l'autre, dirigé N., S., se perd dans les hauteurs d'Adjeloûn, à l'est du lac de Tibériade. A la jonction des calcaires stratifiés et des roches ignées, sourdent les eaux minérales de Tibériade sur la rive droite du Jourdain, et celles d'El-Hamme, près d'Omkreis sur la rive gauche. Lorsqu'on s'éloigne du fleuve perpendiculairement à son cours, on atteint, après avoir traversé pendant une lieue des produits volcaniques, les calcaires crétacés des montagnes de Naplouse dont les pentes abruptes dominent la vallée.

Montagnes de Naplouse et de Jérusalem.

Nous opposerons à la coupe donnée ci-dessus, d'après M. Russegger, celle qu'a esquissée M. Gaillardot, depuis Jaffa jusqu'à la mer Morte, en passant par Jérusalem. La plaine de Sharon qu'on traverse d'abord est couverte par une alluvion marine sableuse, de dessous laquelle s'élèvent doucement les couches que l'auteur désigne sous le nom de *calcaire méditerranéen* et qui sont probablement tertiaires. Au delà de Ramlé (Arimathie), on atteint la montagne et l'on arrive par une vallée à pentes douces à Jérusalem, point culminant de cette partie méridionale de la chaîne de Naplouse. On descend ensuite vers la vallée du Jourdain par une pente rapide qui se continue l'espace de cinq lieues.

---

(1) *Études géologiques et topographiques sur la Syrie* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, vol. V, 1845; *ib.*, vol. VI, p. 849, 1849).

Dans toute l'étendue du versant occidental, l'auteur ne mentionne que ses *calcaires libaniens supérieurs*, durs, compactes, esquilleux, blancs, quelquefois rosés, surtout vers le haut, puis poreux, friables, caverneux, jaunes, rouges sur le bord ou au fond des vallées. On y trouve des silex blonds et gris, mais point de fossiles. Le calcaire alterne avec des marnes, et le tout, comme on vient de l'indiquer, plonge de 15° à 20° au S.-O., sous le calcaire méditerranéen de la plaine de Sharon. Lorsqu'on redescend à l'est de Jérusalem, on marche d'abord sur les tranches successives des couches précédentes. Les silex paraissent y être très répandus et de teintes très variées, surtout près de la ville sainte, à la colline de l'Ascension (Djebel el Tour), et aux environs de Béthanie (El-Azarieh). Ils sont en rognons irréguliers qui ont jusqu'à 1 mètre de diamètre. Leur cassure montre des couches concentriques, et au milieu se trouve souvent un noyau de grès siliceux compacte. Après la pente rapide au pied de laquelle est la fontaine des Apôtres, on atteint un ravin, à partir duquel les couches, au lieu de plonger à l'O., inclinent en sens inverse ou à l'E. vers la mer Morte, et sous un angle d'autant plus prononcé qu'on se rapproche du lac. Au sud-est de ce point, du côté de Nebi-Monsa, les collines affectent une forme conique, sont très rapprochées les unes des autres et s'abaissent vers l'E., en traçant une sorte d'amphithéâtre. Elles sont composées de marnes calcaires et de calcaires terreux, friables, jaunâtres, traversés de veines rougeâtres colorées par de l'oxyde de fer.

A Nebi-Monsa commencent à surgir les calcaires bitumineux qui se continuent au delà pour plonger sous le lac. La roche principale est un calcaire siliceux dur, compacte, bréchiforme par places, coloré en gris plus ou moins foncé par la matière bitumineuse. Il est quelquefois marneux et rempli de débris de poissons. Les rognons de silex bruns y sont peu volumineux et peu répandus. On observe, à divers niveaux, des bancs plus chargés de bitume, de $0^m,01$ à $0^m,05$ d'épaisseur, séparés par des lits de marne bitumineuse. Ces bancs, d'un noir foncé à l'intérieur, compactes, assez durs, à cassure esquilleuse et conchoïde, sont ceux qu'emploient les habitants de Bethléhem pour confectionner les petits objets de dévotion que l'on vend aux pèlerins. On y rencontre aussi des débris de poissons, et la proportion de bitume qu'ils renferment s'élève jusqu'au quart du poids de la roche. Les trois autres quarts ne sont que du carbonate de chaux pur. Sur quelques points où ces calcaires sont susceptibles de s'allumer facilement, ils brûlent avec une

flamme jaune rougeâtre et sont utilisés par les Bédouins pour l'éclairage. Les lits de marnes intercalés sont friables, sablonneux et légèrement bitumineux.

On a dit (*antè*, vol. III, p. 493) que lorsqu'on descendait directement la vallée, qui de la fontaine des Apôtres aboutit à la vallée du Jourdain, on trouvait, avant d'atteindre les calcaires sablonneux et marneux précédents, des produits ignés plus ou moins altérés, au-dessus desquels les couches secondaires se sont comme ployées pour s'incliner sur les deux versants des montagnes de Jérusalem. C'est à partir de cet axe central que les unes plongent doucement à l'O. sous la Méditerranée et les autres assez brusquement à l'E. sous la mer Morte. Les couches de la rive orientale du lac, qui paraissent aussi inclinées à l'E., présentent leurs tranches à l'O.; en formant de ce côté une enceinte continue de rochers abrupts très élevés. Cette disposition semble annoncer l'existence d'une faille dirigée N., S., suivant à peu près l'axe de la vallée du Jourdain et du lac Asphaltite.

Quant au ploiement de la montagne de Jérusalem, de part et d'autre des roches ignées, et tel que le représente la coupe de M. Gaillardot, il devrait être confirmé par la correspondance des couches des deux côtés de l'axe anticlinal; or, on voit qu'il n'y a que celles qui plongent à l'E. et sont les plus voisines de la cause du phénomène qui aient leurs analogues à l'O. au-dessous de Jérusalem. Toutes les autres, qui sont les calcaires bitumineux, les marnes, les schistes noirs, etc., inclinant à l'E., seraient plus récentes et sans équivalent à l'O. jusqu'à la Méditerranée.

Résumé.

Si l'on essayait maintenant de comparer cet ensemble de strates avec ce que nous avons vu plus au nord dans le Liban, il faudrait supposer que les calcaires des montagnes de Jérusalem représentent le système le plus inférieur, celui que l'on a rapporté à la formation jurassique, et que les assises qui plongent sous la mer Morte sont les équivalents du système arénacé ou sableux du Liban. C'est sans doute une conclusion bien hasardée à laquelle nous n'attachons, par conséquent, qu'une faible importance; mais ce qui ressort plus nettement des faits connus, c'est que les fossiles signalés dans ce système complexe de chaînes dirigées plus ou moins N., S., depuis l'Alma-dagh, les montagnes de Beilan, d'Antioche, de Latakiéh, le Liban, l'Anti-Liban, les chaînons d'Adjeloûn, de Naplouse et de Jérusalem, jusqu'à leur disparition au sud sous les sables du désert, n'ont encore présenté aucune forme organique essen-

tiellement jurassique; tandis qu'au nord, nous y avons constaté le développement des Nummulites, et vers le centre des formes certainement crétacées (1).

§ 3. Diarbékir, Kurdistan, Perse et Arabie.

Nous avons essayé, à plusieurs reprises, de donner une idée des roches ignées et sédimentaires observées sur ce vaste plan incliné sillonné par l'Euphrate, le Tigre et leurs affluents, qui, des sommités du Taurus oriental et des montagnes de l'Arménie, s'abaisse au S.-E. vers le golfe Persique et la région déserte de l'Arabie. Ainsi, nous avons traité successivement des dépôts modernes (*antè* vol. I, p. 392), quaternaires (vol. II, p. 320), tertiaires (*ib.*, p. 959), nummulitiques (vol. III, p. 191) et des roches ignées ou pyrogènes (*ib.*, p. 491). Ce qui nous reste à dire concerne des sédiments plus anciens que la plupart des voyageurs n'ont pas hésité à rapporter à la formation crétacée, quoique sans preuves toujours suffisantes.

Bassin supérieur de l'Euphrate.

En parlant des roches qui forment le bassin de l'Euphrate, depuis le Taurus jusqu'à la plaine alluviale de Babylone, M. Ainsworth (2) signale d'abord un calcaire compacte, sub-cristallin, dur, quelquefois saccharoïde, et s'appuyant sur les roches ignées et métamorphiques du pied de la chaîne. On y trouve des Térébratules, des Huîtres, des Ananchytes et des débris de crinoïdes. Ces mêmes calcaires, regardés comme de la craie, s'étendent du Taurus à Rum-Kal'ah où les assises supérieures très fossilifères ont été redressées, contournées, et plongent en divers sens. Elles sont accompagnées de roches feldspatho-pyroxéniques (*antè*, vol. III, p. 495), et à l'entrée de la vallée de Békir-Karasu, celles-ci sont séparées de la craie par des roches altérées donnant lieu à des spilites et à des wackes.

L'Euphrate, qui coule à 100 mètres au-dessous de la plaine environnante, est bordé de calcaires schistoïdes, grenus ou sub-cristallins, avec des fossiles, et recouvrant un grès friable, quelquefois marneux, avec des lits horizontaux de silex pyromaques brun foncé.

---

(1) M. Ehrenberg (*a*), qui a soumis à un examen microscopique des sédiments du fond de la mer Morte, y a trouvé 30 formes de coquilles polythalames mortes appartenant à la craie et en particulier à celle de l'Anti-Liban.

(2) *Researches in Assyria*, *Babylonia and Chaldea*, p. 49, in-8. Londres, 1838.

(*a*) Acad. de Berlin, 21 juin 1840. — *L'Institut*, 26 déc. 1840.

La craie constitue des escarpements plus ou moins élevésjusqu'à Bir, où l'on peut distinguer une assise inférieure de calcaires blanc pur, en bancs épais, avec des silex, et une supérieure, jaunâtre, sans fossiles, séparée de la précédente par des bancs argilo-calcaires bleu clair. Le fer hématite, en nodules ou en lits irrégulièrement espacés, se montre souvent dans ce système de strates où l'on observe aussi du sulfate d'alun pur (kathérite) et des variétés ferrifères et fibreuses. La stratification est généralement horizontale. Ces plateaux crayeux, fort étendus, sont divisés ou découpés par des vallées à pentes escarpées, et le plateau de la Mésopotamie se prolonge ainsi jusqu'à la plaine de Seruj où il est interrompu par des roches pyrogènes.

Aux environs de Port-Williams, au sud-ouest de Bir, la craie est recouverte par un conglomérat siliceux, à ciment calcaire, et par une sorte de calcaire grossier. Près de Zehreh les plateaux de craie endurcie sont couronnés de basalte. Cette même craie continue à former les rives de l'Euphrate, de Gurluk à Sajur, Nisjm Kal'ah et Karâ-Bambûch. Sur ce dernier point les collines arrondies s'élèvent de 300 à 350 mètres au-dessus du fleuve et sont uniquement composées de craie alternativement dure et tendre. On y trouve beaucoup d'échinodermes, de polypiers et de petites Huîtres. Au sud de Karâ-Bambûch la vallée, plus ouverte qu'au nord, est encore bordée par les mêmes assises qui se prolongent sans interruption jusqu'aux environs de Balis, surmontées çà et là par des brèches et des marnes. Plus loin les dépôts tertiaires lacustres avec les marnes et les gypses règnent d'une manière continue.

(P. 260.) Urfah (Orfa) est aussi bâtie à la limite de la région montagneuse à laquelle succèdent les plaines si riches et si fertiles de Harran dans la Mésopotamie, et où les calcaires stratifiés remplacent les roches noires pyroxéniques (basaltes, dolérites et spilites). Mais, à l'exception des montagnes isolées et coniques que forment ces dernières, le pays compris entre l'Euphrate et Urfah, depuis Bir au S. jusqu'à Somiésat au N., appartient à la formation crétacée.

Bassin supérieur du Tigre.

(P. 248.) Dans le Kurdistan oriental M. Ainsworth signale la chaîne de l'Azmir-dagh, à l'ouest de Suleïmanyeh, comme formée de calcaires endurcis crétacés, remplis d'Ammonites, de Bélemnites, d'Huîtres et de Térébratules. Les montagnes d'Avroman et de Zagros, remarquables par leurs formes coniques et couvertes de neiges pendant une grande partie de l'année, présentent des roches diallagiques, actinotifères, ou amphiboliques, et des serpentines, mais

au nord de Suleïmanyeh, le Mazaragh-dagh ou Abdheram-dagh offre à sa base des marnes charbonneuses avec minerai de fer, qui ne tardent pas à prendre un grand développement. La montagne de Se'rt qui vient ensuite est composée de calcaires, de dessous lesquels sortent des grès rouges et des jaspes reposant sur des marnes également charbonneuses et inclinées de 15° à l'O. (p. 251). La haute montagne d'Hamam-Muk, qui borne au N. le Koï-Sanjak, est formée de bas en haut, sur sa pente méridionale, de calcaires, de grès rouges, de conglomérats, de sable et d'autres grès rouges avec des calcaires en bancs puissants plongeant de 20° à 30° au S.-E. Le sommet est recouvert d'un grès grossier, brun ou gris, rempli de coquilles marines. Sur le revers septentrional, une marne charbonneuse, très tendre, vient affleurer sous les grès. Au nord de l'Hamam-Muk les grès et les calcaires forment deux chaînes parallèles, dirigées E., O., et montrant aussi à leur base des marnes charbonneuses, tandis que les vallées qui les séparent présentent des assises de marnes crétacées. Sous le parallèle d'Erbil où recommencent les plaines, on retrouve des lambeaux de sables salifères, de grès gypseux et de grès bruns grossiers de l'époque tertiaire.

Dans le nord du Kurdistan la direction de la chaîne de Rabah-Ormuz est S.-E., N.-O. Les couches sont très contournées, surtout vers le bas où affleurent des grès rouges. Les collines de Chiaspi présentent, dans leur partie inférieure, des calcaires, et au-dessus des marnes, des conglomérats, d'autres calcaires et des grès (*antè*, vol. III, p. 193). La plaine de Zakho, située au nord, est limitée par le Jebel-Judi, formant deux chaînes puissantes, dont la plus septentrionale s'avance vers le Tigre au nord de Jézirah. A son pied occidental, non loin du fleuve, les grès, les conglomérats et les calcaires avec des marnes sont recouverts, à une élévation de plus de 200 mètres au-dessus de la ville, par des roches pyroxéniques.

(P. 267.) Jézirah, bâtie sur le bord du Tigre, est à environ 250 mètres au-dessus du golfe Persique, et la plaine qui s'étend au N. se trouve à 470 mètres au-[illegible] Les pentes des collines sont formées de [illegible] jusqu'à environ 30 mètres de leur somme[illegible] pyroxéniques les surmontent. Au delà de [illegible] remplacées par des calcaires compactes. [illegible] Nisibin dont les environs sont occupés par [illegible] fonde. Les montagnes de Baarem ou de Ma[illegible]

grenus, durs, coutournés et plongeant dans diverses directions. Au sud la plaine se termine par des collines de grès tertiaires.

Observations diverses.

Dans le profil de nivellement qu'a fait M. W. Taylor Thomson (1), de l'Euphrate à la Méditerranée, à travers le nord de la Syrie, profil accompagné de notes géologiques de M. Ainsworth, on voit que la première partie de cette coupe, à l'est, est composée par les calcaires de la craie, formant un plateau faiblement ondulé, dont l'altitude est de 396 mètres. La seconde partie, qui comprend le calcaire tertiaire à ostracées, des roches feldspathiques et pyroxéniques, montre des cotes d'altitude de 137 mètres, dans les vallées du Guidarius et de l'Aphran, tandis que la plaine lacustre d'Umk est à 100 mètres. Les roches de la quatrième se maintiennent à 67 et 134 mètres, avant d'atteindre la plaine alluviale de l'Oronte et le bord de la mer.

M. R. Hamilton, dans son esquisse géologique du bassin situé entre le Tigre et l'Euphrate (2), a constaté la superposition des dépôts tertiaires aux couches crétacées, entre le 37° et le 34° lat. N., depuis les frontières de la Syrie jusqu'aux montagnes du Kurdistan. M. de Chancourtois (3) a observé, à trois journées de marche à l'est de Jézirah (Djezirah ou Djezireh), des grès marneux verts, occupant une surface très considérable, avec des calcaires subordonnés et recouverts çà et là de bancs épais de calcaires à Nummulites. Mais on a vu (*antè*, vol. III, p. 192 et 193) que ce système arénacé, de même que les dépôts charbonneux inférieurs du Kurdistan, placés entre la craie et les calcaires à Nummulites, avaient été mis par M. Ainsworth en parallèle avec les sables tertiaires inférieurs du nord-ouest de l'Europe.

Mazandéran.

Si nous remontons actuellement au N.-E., vers les montagnes qui circonscrivent au S. le bassin de la Caspienne, nous trouverons encore des traces incontestables de la formation qui nous occupe. Ainsi Hommaire de Hell (4) a observé à Jenissar, près de Radkhan, dans la vallée de la Nekha, au nord de l'axe de l'Elbourz, un calcaire blanc, compacte, passant à la marne et à un calcaire argileux qui

---

(1) *Proceed. roy. Soc. of London*, n° 33; 1838.

(2) Soc. Wern. d'Edimbourg, 3 avril 1841. — *Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXXVI, p. 356; 1841. — Voyez aussi James Brandt: *Voyage à travers l'Arménie*, etc. (*Ann. de Berghaus*, vol. XLI, p. 230).

(3) *Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 827; 1844.

(4) A. Viquesnel, *Note sur la collection de roches recueillies en Asie par Hommaire de Hell* (*Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 503; 1850).

forment près d'Astérabad les premiers gradins de la chaîne, recouvrent les pentes du mont Sandouk, le plateau de Tchéhennemé et couronnent en général les sommets qui entourent la vallée. Lorsqu'on redescend du plateau précédent, on voit ces calcaires reposer sur les roches dévoniennes. Parmi les fossiles que Hommaire de Hell y a trouvés, nous avons reconnu l'*Ananchytes semi-globus*, Lam., la *Terebratula subrotunda*, Sow., l'*Ostrea globosa*, id. (var. de l'*O. vesicularis*), puis une nouvelle espèce de Phasianelle (*P. Hommairei*, Nob.) et une nouvelle Ammonite (*A. Laurenti*, id.).

Plateau d'Ust-Urt.

Plus loin dans cette même direction, s'étend la vaste région qui, séparant la Caspienne de la mer d'Aral, est connue sous le nom de *plateau d'Ust-Urt*. M. de Helmersen (1) annonce l'existence de la craie et du grès vert, à la base de son versant septentrional, et faisant suite aux dépôts du bassin supérieur de l'Emba (*antè*, p. 360). Le grès vert se montre également à l'embouchure du Syr-Darya (l'Iaxartes des anciens) sur la côte orientale de la mer d'Aral. La craie a été constatée, par des observateurs russes, sur les flancs de la chaîne de Karatou, dans la presqu'île de Mangyschlak, le long de la côte orientale de la Caspienne où elle recouvre le terrain de transition. Le centre de la chaîne est formé de schistes ardoises et de calcaires noirs très redressés, tandis que la craie horizontale occupe deux chaînons parallèles à l'axe central.

Chaîne de Zagros et de Louristan.

Les dépôts nummulitiques et crétacés que nous avons vus si développés dans l'Asie Mineure, la Syrie, l'Arménie, le Diarbékir, le Kurdistan, puis se prolongeant à l'E., par la chaîne de l'Elbourz, pour passer sous le plateau qui sépare la mer Caspienne de la mer d'Aral, se rattachent encore aux dépôts contemporains de la côte orientale de l'Arabie, par la chaîne de Zagros et de Louristan dont l'axe principal est dirigé du N.-O. au S.-E., des bords du lac Ourmiah vers Chiraz et l'ancienne Persépolis. La structure de cette chaîne, dit M. W. Kennett Loftus (2), est très uniforme. Elle est composée d'une série de selles calcaires, s'étendant parallèlement sur une grande longueur, et dont les intervalles sont remplis par des gypses et des marnes panachées en couches très contournées. Les calcaires cristallins renferment des Huîtres, des Buccins, des Nummulites et des échinodermes d'aspect tertiaire. Au-dessous viennent des conglomérats rouges de cherts, des grès et des argiles bleues. A Kharramabad, vers 34° de lat., la montagne, qui s'élève

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 81; 1850.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 263; 1851.

abruptement au-dessus de la plaine, présente un calcaire gris avec des cherts et des lits de silex, que l'auteur rapporte à la formation crétacée, bien qu'il n'y ait pas rencontré de fossiles. Les pics, qui, à l'est de la chaîne s'élancent au-dessus du plateau environnant, sont formés de calcaires bleus, compactes ou cristallins, avec quelques uns des fossiles précédents. Ils reposent sur des calcaires jaunes, schisteux, qui recouvrent à leur tour des schistes argileux. Ces derniers sont redressés verticalement par les granites de l'axe de la chaîne.

Côtes orientales de l'Arabie.

Si réellement quelques unes des roches qui composent celle-ci ou le groupe de chaînons plus ou moins parallèles, dont nous venons de parler, appartiennent encore à la formation crétacée, nous n'avons aucune certitude qu'il y en ait de semblables plus à l'E., dans le centre de la Perse, le Farsistan, le Béloutchistan, le Caboul, le Pendjab, le Sinde, etc., où nous savons au contraire que le groupe nummulitique est développé sur une immense échelle. Nous ne possédons point de données bien positives sur la composition de la côte méridionale du golfe Persique, mais au delà du détroit d'Ormus, et tout le long de la côte sud-est de l'Arabie, M. H.-J. Carter (1) a fait connaître les couches nummulitiques que nous verrons recouvrir plus au S. les roches incontestablement crétacées. Ces recherches intéressantes ayant été publiées tout récemment, nous en dirons ici quelques mots pour combler la lacune qu'offre à cet égard la première partie du tome III de notre ouvrage.

Après avoir décrit avec soin ce qu'il a vu sur la côte de l'Arabie, depuis le cap Massandam, qui ferme le détroit d'Ormus jusqu'à l'île de Socotora et aux plages voisines de l'Afrique, l'auteur résume ses observations de la manière suivante.

Ce qui frappe d'abord le géologue, dit-il, c'est la continuité d'un vaste dépôt de calcaires blancs, que l'on peut regarder comme se prolongeant sur une étendue de 1125 milles anglais, ensuite les éruptions de roches ignées, suivant la grande ligne de fracture ou faille, qui a tracé la côte actuelle, enfin le soulèvement du sol, à 1200 ou 1800 mètres, qui a amené au jour tous les dépôts inférieurs aux calcaires blancs.

Les roches ignées comprennent toutes les variétés de serpentine, d'euphotide, de diorite, de trapp, de basalte, de phonolite, d'amyg-

(1) *Memoir on the geology*, etc. : Mémoire sur la géologie de la côte sud-est de l'Arabie (*Journ. of the Bombay Branch of the R. Asiat. Soc.*, vol. IV, janv. 1852, p. 21; *ib.*, vol. III, p. 118, n° 13).

daloïde et quelques produits volcaniques plus modernes. Le granite se voit à Marbat, sur plusieurs autres points, et paraît avoir surgi à diverses époques. Il enveloppe tantôt des portions de gneiss, tantôt de calcaire. Les diorites et les euphotides, qui dominent sur le tiers nord-est de la côte, entourent des couches jaspoïdes à Masira et à Ras-Jibsh. A Mascate et à Masira, ces roches sont recouvertes par les strates nummulitiques, mais nulle part les granites ni les diorites ne surmontent les calcaires blancs. Dans le tiers sud-est de la côte arabique jusqu'à Aden, on remarque une série de bouches volcaniques, par lesquelles sont sortis les basaltes et les autres roches ignées modernes qui se sont étendus sur la plaine, dont elles occupent une portion considérable. En général, les premiers points de sortie des roches pyrogènes semblent avoir été les principaux centres par lesquels se sont fait jour les éruptions subséquentes, à l'exception cependant des produits volcaniques proprement dits qui sont arrivés à la surface du sol là où les roches ignées plus anciennes ne se montrent pas.

M. Carter range ensuite dans trois groupes les dépôts sédimentaires de cette même côte. Le premier ou *dépôt miliolitique*, qui paraît être quaternaire, est un calcaire peu solide, composé de débris de foraminifères microscopiques, de petits fragments de roches ignées, de cailloux arrondis, de coquilles, de coraux, etc., et dont l'épaisseur ne dépasse pas 15 mètres. Le second, qui serait de la période tertiaire supérieure, est un calcaire solide, blanchâtre, compacte, plus ou moins mélangé d'argile avec des coquilles et des polypiers, reposant sur un calcaire compacte brun qui enveloppe des roches plus anciennes et du gravier arrondi provenant des roches ignées du voisinage. La puissance de cette assise est d'environ 30 mètres. Enfin, dans son troisième groupe, l'auteur réunit des dépôts très distincts pour nous, et qu'il a d'ailleurs parfaitement séparés lui-même en y établissant trois divisions.

La partie supérieure est composée de calcaires blancs qui, du sommet du plateau, descendent jusqu'aux couches d'argiles colorées. Ces calcaires sont compactes, plus ou moins composés de débris de petits foraminifères, avec des concrétions siliceuses disséminées çà et là comme à Mascate, Masira, Hammar-el-Nafur, Ras-Kariat et Ras-Shaherbataht. Vers le bas, la roche passe à un calcaire tendre et à des couches marneuses ou sableuses, meubles, plus ou moins argileuses à la partie inférieure où l'on trouve des Nummulites (Mascate, Masira, Hammar-el-Nafur et Ras-Kariat), puis à

Ras-Shaherbataht, Jibal-Jinjari, Marbat, Ras-Hammar et Ras-Sejar, où ces coquilles n'ont pas été observées. Au-dessous est un dépôt d'argile blanc verdâtre à Hammar-el-Nafur et à Ras-Kariat. A Masira, l'argile est rouge ou vert foncé, tandis qu'à Mascate particulièrement elle est remplacée par un conglomérat siliceux et sableux.

L'existence de l'argile semble à l'auteur être en rapport avec l'apparition des diorites et des euphotides, car les couches à Nummulites étant postérieures à la sortie de ces roches, comme on le voit à Mascate et à l'île Masira, puis à l'argile, ainsi que le montrent les calcaires blancs d'Hammar-el-Nafur et de Ras-Kariat, l'arrivée des roches ignées a dû occasionner un changement dans les produits sédimentaires, et a pu fournir ainsi les éléments de l'assise argileuse. La série nummulitique paraît d'ailleurs plus mince autour de Mascate que sur la plupart des points de la côte sud-est de l'Arabie. La plus grande masse des calcaires blancs qui atteint jusqu'à 450 mètres doit néanmoins être considérée comme appartenant à la série nummulitique.

Des traces d'Orbitolites existent dans la marne argileuse de Hammar-el-Nafur et à Ras-Kariat; des Alvéolines sphéroïdales, de grandes Orbitolites et une Operculine abondent dans les calcaires blancs à Marbat, absolument comme nous l'avons vu dans le Sinde. Ces couches appartiennent à la division inférieure de ce groupe, principalement composé de calcaires d'un beau blanc, compactes, à cassure conchoïde, d'un aspect lithographique, de diverses teintes pâles, blanches, ou gris clair. Les escarpements qu'ils forment sont ordinairement fort abrupts. A Fartak, les couches de la base sont plus ou moins magnésiennes et même dolomitiques. Cette division est surtout caractérisée par les grandes Orbitolites et les Alvéolines associées avec les autres fossiles des assises nummulitiques qui sont au-dessus. De sorte que, dans cette partie méridionale de l'Asie, les couches que caractérisent les Nummulites ne sont pas encore les plus anciennes de la formation tertiaire inférieure ; elles ont été précédées par une faune marine comme dans le nord-ouest de l'Europe, tandis que dans la plupart des cas elles l'ont été par une faune lacustre ou fluvio-marine. Cette série d'assises calcaires, argileuses et marneuses, de la période tertiaire inférieure, n'aurait pas moins de 600 mètres de puissance sur la côte sud-est de l'Arabie.

Les dépôts plus anciens ne commencent à se montrer qu'à l'extrémité de la chaîne de Fartak, qui forme le cap de Ras-Fartak, et

limite au sud-ouest la grande baie d'El-Kammar, vers le 50° de longitude orientale. La coupe des falaises, à partir des calcaires blancs compactes tertiaires du côté est du promontoire, laisse voir, de haut en bas :

1° Calcaire compacte d'un violet clair, à cassure conchoïde, avec de petites Orbitolites et d'autres fossiles	90mètr.
2° Calcaire argileux rouge avec les mêmes corps organisés plus nombreux et des échinodermes	15
3° Couches argilo-calcaires jaune verdâtre, feuilletées, avec des empreintes de fossiles	6
4° Calcaire rouge, argilo-ferrugineux et argile silicéo-calcaire, bleuâtre	3
5° Marne bleue, compacte vers le haut, tendre vers le bas, renfermant des débris d'échinodermes, des Exogyres et du fer sulfuré	9
6° Calcaire impur, compacte, tacheté de gris, dont les 30 mètres inférieurs sont presque entièrement composés de petites Orbitolites avec quelques échinodermes.	91

Cette assise est la dernière qui s'élève au-dessus de la mer, en face du village de Khaiset; mais au delà, vers l'extrémité du cap, on voit encore sortir de dessous une série de calcaires impurs, compactes, d'un rouge foncé, ferrugineux, fossilifères, crevassés en tous sens, et traversés par de nombreuses cavités. Cette série inférieure n'a pas moins de 150 mètres de puissance.

Le promontoire de Ras-Sharwên, à 60 milles plus à l'O., présente les mêmes couches, dont l'épaisseur totale, de 91 mètres à Marbat et de 50 à Ras-Sejar, en atteint 300 à 360 à Ras-Fartak. M. Carter y signale : *Astræa textilis*, Gold. (pl. 23, fig. 3), 4 espèces d'Orbitolites, 3 *Spatangus*, 7 *Discoidea*, 1 *Pygaster*, 2 *Echinus*, 2 *Diadema*, 3 *Salenia*, 1 *Turbo*, 4 *Isocardia*, 3 *Cardium*, 3 *Pecten*, dont 1 voisin de *P. quinquecostatus*, 1 *Ostrea*, *Exogyra flabelluta*, Gold., très abondante dans les marnes bleues, 1 *Solarium*, 2 *Turritella* et un fragment d'Ammonite, fossiles qui, joints à la position de ce système au-dessous des strates à Nummulites, peuvent le faire placer dans la formation crétacée.

Enfin, l'assise la plus basse observée par le savant voyageur est un grès micacé, d'une grande épaisseur, massif, quelquefois feuilleté, passant vers le haut à la série argileuse, et devenant d'une texture grossière vers le bas. A Marbat, il est très ferrugineux, d'une couleur jaune d'ocre, et à Ras-Sejar, sa partie supérieure, que l'on voit seule, est d'un bleu verdâtre clair et traversée de veines de quartz blanc.

Les montagnes qui viennent se terminer au cap de Ras-Fartak se prolongent au S.-O., jusqu'au delà d'Aden, en passant au nord de Makalla, et sont composées des mêmes systèmes de couches, dérangées par les roches ignées et plus ou moins redressées.

D'après ce que nous savons actuellement, la formation crétacée manquerait donc à l'est d'une ligne qui, se continuant à travers l'Arabie dans la direction de la chaîne de Zagros, viendrait aboutir, sur la côte orientale, aux environs de Marbat. Pour retrouver des dépôts de cet âge, il faut marcher, en suivant le parallèle de cette dernière ville, jusqu'à ce qu'on atteigne le Coromandel, aux environs de Pondichéry, de Trinchinopoly et de Verdachellum, les seuls points de cette partie du continent où ils nous soient connus, et où nous allons les étudier.

§ 1. Inde occidentale.

Ce n'est, comme on vient de le dire, que sur la côte orientale de la presqu'île de l'Inde, que se retrouve la formation crétacée, et encore n'y présente-t-elle que des lambeaux très peu étendus et d'une faible épaisseur, qui eussent échappé sans doute à tout rapprochement géologique sans leurs nombreux fossiles. Nulle part au nord, dans le Caboul, le Béloutchistan, le Sinde, le Pendjab et le long des versants sud et sud-ouest de l'Himalaya, non plus que dans cette chaîne même, les dépôts tertiaires inférieurs ou nummulitiques n'ont été vus reposant sur des roches de la période crétacée. Partout où jusqu'à présent leur *substratum* a pu être observé directement, il a été reconnu pour appartenir soit à la formation jurassique, soit à des roches plus anciennes.

Descriptions locales.

La ville de Pondichéry, dit C.-T. Kaye (1), est, comme Madras, bâtie sur un sable meuble qui s'étend sur une grande partie de cette côte orientale de l'Inde, et est rempli de coquilles modernes, tellement abondantes qu'elles sont utilisées pour la fabrication de la chaux. A l'ouest de Pondichéry, ce dépôt récent ou plutôt quaternaire s'appuie contre des collines basses de sable et de grès

---

(1) *Madras Journal*, n. 28, p. 37, 1840, avec 3 pl. de fossiles. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 465; 1842. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 792. — *Ib.*, vol. IV, p. 204. — *Transact.*, id., 2e sér., vol. VII, p. 85; 1846.

rouges avec une grande quantité de cailloux de quartz, et qui passent à un conglomérat sans fossiles. Au delà de ces monticules, affleure un calcaire fossilifère qui n'occupe qu'un espace de trois ou quatre milles carrés, formant une petite plaine ondulée, limitée à l'ouest et à l'est par les grès rouges avec cailloux de quartz. Ces grès renferment une grande quantité de bois silicifiés, et, à environ 16 milles de la côte, ils s'appuient contre des collines de granite noir.

Les bois trouvés dans les calcaires précédents sont changés en carbonate de chaux, percés par des Tarets ou autres coquilles lithophages, tandis que ceux des grès qui sont silicifiés n'offrent aucune trace de séjour sous les eaux, si ce n'est l'absence de leur écorce et de leurs racines. Nous avons déjà parlé de ces grès qui constituent les *collines rouges* à l'ouest de Pondichéry et que Newbold désignait sous le nom de *grès latéritiques*, en les regardant comme beaucoup plus récents que les calcaires (*antè*, vol. II, p. 991). Dans ces derniers, Kaye signale un grand nombre de fossiles dont nous parlerons tout à l'heure et qui lui semblent appartenir à la période crétacée.

Dans le district de Trinchinopoly, à 30 milles de la ville de ce nom ou à 100 milles de Pondichéry et à 60 de la mer, des calcaires coquilliers, semblables aux précédents, occupent encore une étendue peu considérable. Ce sont des calcaires de teinte foncée, à la surface desquels les fossiles se distinguent en relief par l'altération de la roche. Enfin, un troisième lambeau, sans doute de la même formation et qui relierait les deux autres, a été observé dans le district de Verdachellum, dans l'Arcot méridional, à 40 milles de la côte et à 50 de Pondichéry. Verdachellum est bâtie sur un dépôt de sable rouge avec des cailloux de quartz, passant à un conglomérat précisément analogue à celui de Pondichéry; il ne contient de même que des bois silicifiés. A six milles de la ville, les bords de la vallée sont coupés dans un calcaire impur, rempli de fossiles et que recouvre le sable rouge précédent. Ce calcaire ne contient ni Baculites, ni Hamites, mais il y a plusieurs variétés d'Ammonites qui diffèrent de celles de Pondichéry et dont quelques unes atteignent de très grandes dimensions.

Newbold (1), qui ne connaissait qu'indirectement les recherches de Kaye, a décrit aussi les calcaires dont nous venons de parler et les signale comme de teinte grise ou brun clair, sub-cristallins ou passant à l'état terreux, ou bien encore compactes ou sableux. Les

---

(1) *Summary of the geology of southern India*, 1845.

fossiles sont très répandus dans toutes les couches, et il fait observer que ce sont, avec les deux autres gisements analogues, presque les seuls dépôts marins qui aient été rencontrés jusqu'à présent sur une très grande étendue de l'Inde méridionale. M. E. Chevalier (1) avait également constaté l'existence de couches crétacées dans le voisinage de Pondichéry.

Paléontologie. La prédominance des Baculites, des Hamites, des Ammonites et des Bélemnites dans cette dernière localité paraît indiquer clairement, poursuit C.-T. Kaye, que le dépôt qui les renferme appartient à l'époque secondaire, et plus particulièrement à la période crétacée de l'Europe. Un seul débris de saurien qui y a été trouvé proviendrait d'un *Mosasaurus*. Mais d'un autre côté la grande quantité de Volutes dont on compte 8 espèces, de Pyrules, de *Cypræa*, de Cérithes, de Scalaires, rappellerait l'époque tertiaire, ou au moins un mélange inaccoutumé de formes des deux époques, mélange confirmé par les fossiles des autres dépôts. Suivant l'auteur, les espèces connues des calcaires de Trinchinopoly seraient toutes du terrain tertiaire inférieur du nord de la France et de l'Angleterre, et beaucoup d'autres seraient aussi des formes tertiaires. Une espèce de Volute serait à la fois commune à Trinchinopoly et à Pondichéry, et parmi les coquilles de la première de ces localités qu'il regarde comme tertiaires, Kaye signale un fragment d'Ammonite. Enfin, plusieurs des espèces, qui à Trinchinopoly sont associées à des formes réputées tertiaires, se retrouvent à Verdachellum avec des Ammonites et des Peignes.

Sir P. de Grey Egerton (2), qui a étudié les débris de poissons rapportés des environs de Pondichéry par Kaye et M. Cunliff, fait remarquer qu'excepté deux échantillons, tous appartiennent à des dents de squaloïdes. De ces deux exceptions, l'une se rapporte probablement au genre *Sphærodon*, l'autre au genre *Enchodus* et serait une espèce très voisine de l'*E. halocyon*, commune à la craie de l'Angleterre, de l'Europe continentale et de l'Amérique du Nord. Parmi les poissons placoïdes à dents en scie, deux espèces sont du genre *Corax*, jusqu'à présent propre à la craie. L'une ne peut être distinguée du *C. pristodontus* de Maestricht, l'autre est nouvelle.

---

(1) *Voyage autour du monde de la corvette* la Bonite (1836-37). *Géologie et minéralogie*, p. 349, in-8. Paris, 1844.

(2) *Quart. journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 164; 1844.— *Transact. id.*, vol. VII, 2e sér., p. 89; 1846.

Les squaloïdes à dents tranchantes composent la plus grande partie des échantillons recueillis. On y distingue au moins 12 espèces. Quoiqu'il y ait parmi ces formes des rapports assez intimes, d'une part avec des poissons de la période tertiaire moyenne, et de l'autre avec des poissons de la période crétacée, il est digne de remarque qu'aucune d'elles ne rappelle, même d'une manière éloignée, des formes tertiaires inférieures. Elles appartiennent surtout au type Odontaspide, et une espèce est très voisine, sinon identique avec l'*O. raphiodon* de la craie d'Europe. Il y a 2 ou 3 espèces d'*Otodus*, dont une se rapproche de l'*O. appendiculatus* de cette même craie.

En rappelant ensuite la distribution stratigraphique générale, assignée par M. Agassiz aux genres qui ont des représentants dans les couches de Pondichéry (*Lamna*, *Odontaspis*, *Oxyrrhina*, *Otodus*, *Corax*, *Sphærodon* et *Enchodus*), M. Egerton fait voir que les cinq premiers de ces genres, qui sont des placoïdes, ont 29 espèces dans les dépôts postérieurs à la craie, 17 dans les dépôts crétacés et aucune dans ceux qui ont précédé ces derniers; aussi est-il très porté à regarder les calcaires de Pondichéry comme dépendant de la formation crétacée, mais en les plaçant toutefois à un niveau plus élevé que celui que nous allons voir déduire des animaux invertébrés, et cela à cause de la présence d'espèces rencontrées à Maestricht et des genres *Corax* et *Enchodus* qui n'ont pas encore été signalés dans les étages inférieurs de la formation.

M. Ed. Forbes a consacré à la description des espèces la première partie de son rapport sur les restes d'invertébrés fossiles qu'avaient recueillis Kaye et M. Kunliffe dans l'Inde méridionale (1), et dans la seconde il a exposé les conclusions auxquelles cet examen l'avait conduit. Le nombre total des espèces est de 178, dont 165 mollusques, 2 articulés, 8 échinodermes et 3 zoophytes. Les environs de Pondichéry en ont fourni le plus grand nombre; les localités de Verdachellum et de Trinchinopoly sont comparativement moins riches. Les trois gisements se rattachent zoologiquement les uns aux autres par un certain nombre d'espèces communes. Ainsi, le *Pecten quinquecostatus*, Lam., et la *Panopæa orientalis*, Forb., se trouvent à la fois à Verdachellum et à Pondichéry; la *Voluta cincta*, Forb., à Pondichéry et à Trinchinopoly;

(1) *Ib.*, vol. I, nº 1, p. 79 (31 janv. 1844), 1845. — *Ibid.*, p. 97, avec 13 pl.

le *Chemnitzia undosa*, Forb., et le *Cardium Hillanum*, Sow., à Verdachellum et Trinchinopoly, etc.

A Pondichéry, certaines formes génériques secondaires (Ammonites, Baculites, Hamites, etc.) sont associées à des espèces de genres qui ont longtemps été regardés comme tertiaires (*Voluta Oliva*, *Cypræa*, *Murex*, etc.). On ne trouve dans l'Inde qu'un petit nombre d'espèces déjà connues en Europe, mais elles sont toutes essentiellement crétacées, et se montrent dans chacune des localités précitées. A Pondichéry, c'est le *Pecten quinquecostatus*, Sow., la *Pinna restituta*, Hœn., les *Ammonites Juilleti*, d'Orb., et *Rouyanus*, id., les *Nautilus lævigatus*, id., et *Clementinus*, id.; à Verdachellum, le *Pecten quinquecostatus*, identique avec les échantillons des Blackdowns, le *P. obliquus*, Sow., le *P. orbicularis*, id., la *Trigonia alæformis*, Park., le *Cardium Hillanum*, Sow., et une Huître; à Trinchinopoli, le *Cardium Hillanum* et le *Pecten virgatus*, Nils.

L'aspect tertiaire des autres fossiles pourrait, suivant M. Forbes, donner à penser que, par suite de changements survenus dans la disposition relative des terres et des eaux, et de modifications correspondantes dans les circonstances extérieures, tandis que sur d'autres points l'état de choses aurait été peu modifié, certaines espèces et même certains genres ont pu continuer à vivre alors que d'autres commençaient à se développer, et que dans des localités différentes le changement avait été complet. Mais le savant zoologiste anglais tire ses conclusions de considérations étrangères à l'identification des espèces, les faisant dériver de la réunion ou de la concentration, dans un laps de temps assez court, d'un certain nombre d'espèces pouvant former une sous-division dans un grand genre; et il en serait de même des genres dans certaines familles. Les Ammonites, plusieurs autres groupes de Céphalopodes, les Térébratules et quelques formes d'échinides sont dans ce cas. Sous ce point de vue, la série des fossiles dont nous venons de parler offrirait encore une preuve qu'elle appartient à la formation crétacée. Les genres *Oliva*, *Cypræa* et *Calyptræa*, sont les seuls qui n'aient pas encore été cités au-dessous du terrain tertiaire; on ne mentionne ici ni Pleurotomes, ni Cônes, et il n'y a pas non plus d'espèces identiques avec les formes tertiaires ou nummulitiques de la province de Cutch.

Pour expliquer l'association de ces formes tertiaires avec des formes secondaires, quoiqu'en réalité il n'y ait point parmi les pre-

mières d'espèces identiques avec celles de vrais dépôts tertiaires, tandis qu'il y en a parmi les secondes qui se retrouvent dans des couches certainement crétacées, l'auteur suppose que ces genres ont commencé à se montrer, ou bien à atteindre un grand développement, à une époque plus ancienne dans les mers de l'Orient que dans celles de l'Occident.

Les couches de Verdachellum et de Trinchinopoly semblent appartenir à une période un peu différente de celles de Pondichéry. On y trouve beaucoup d'espèces identiques avec des formes d'Europe, et M. Forbes les regarde comme pouvant représenter le grès vert supérieur et le gault, tandis que celles de Pondichéry seraient plus anciennes. Presque tous les fossiles de cette dernière localité sont nouveaux, et ceux qui sont voisins d'espèces connues se rapprochent de celles du grès vert inférieur ou du groupe néocomien. Dans le genre le plus développé, celui des Ammonites, les trois quarts des espèces appartiennent aux sections qui caractérisent particulièrement l'étage néocomien inférieur de la Provence, et la ressemblance de beaucoup d'entre elles avec celles des environs de Castellane est très remarquable.

De ce que dans l'Inde, comme en Europe et en Amérique, il y a plus de rapports entre la faune crétacée des couches supérieures qu'entre celles des couches inférieures, l'auteur n'en conclut pas des modifications de climat correspondantes, ni une distribution de la vie plus uniforme et plus générale, à un moment qu'à un autre, mais il attribue cette disposition à quelque grand changement survenu dans la répartition des terres et des mers, et à une relation plus directe entre les mers de l'Inde et celles de l'Europe, pendant le dépôt du grès vert supérieur que pendant celui du grès vert inférieur. Le fait, que le petit nombre d'espèces trouvées dans les couches de l'Inde, et communes aux dépôts contemporains de régions fort éloignées, sont pour la plupart celles qui ont la plus grande étendue verticale, confirme encore ce principe que nous avons émis depuis longtemps pour la faune du terrain de transition, et que M. Forbes a aussi constaté pour les faunes tertiaires et modernes, savoir, que l'étendue de la distribution géographique des espèces est ordinairement correspondante à celle de leur propagation ou de leur persistance dans le temps. Ces fossiles prouvent, en outre, que les faunes marines de localités très distantes les unes des autres, toutes choses égales d'ailleurs, établissent leurs rapports plutôt par la représentation de formes semblables que par l'identité des espèces.

M. Alc. d'Orbigny (1), ayant étudié les fossiles des environs de Pondichéry, qui se trouvent dans les collections de Paris, les regarda comme contemporains de ce qu'il a appelé *étage turonien de France* (craie micacée de la Touraine, *antè*, vol. IV, p. 317), puis en les comparant avec ceux de l'île de Quiriquina, sur les côtes du Chili, il trouva que, non seulement il y avait des espèces communes entre ces deux localités, mais encore des espèces identiques avec celles des dépôts du même âge dans l'ouest de l'Europe (*Nautilus Sowerbianus*, d'Orb., *Baculites anceps*, Lam., *Gervillia aviculoides*, d'Orb., *Trigonia sinuata*, Park., *Cardium caudatum*, d'Orb., *C. Hillanum*, Sow.). Une ovule (*O. antiqua*, d'Orb.) aurait été prise à tort pour une *Cypræa* par M. Forbes.

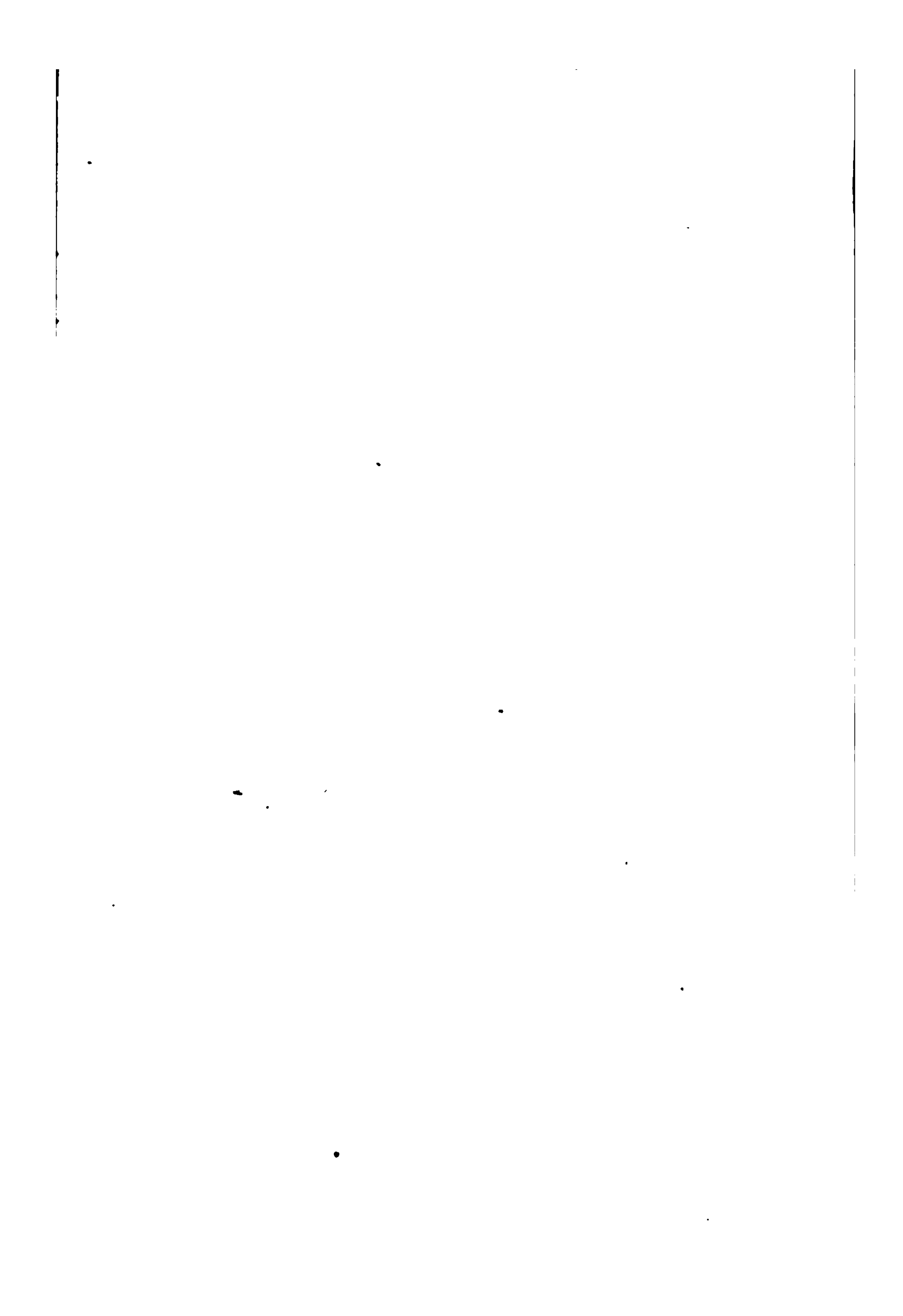
On remarquera que M. d'Orbigny ne fait aucune différence entre les divers gisements de l'Inde dont nous venons de parler, et que le seul qu'il mentionne est celui que M. Forbes regarde, sans doute avec raison, comme le plus ancien des trois. Mais l'auteur du *Prodrome de paléontologie*, qui semblait d'abord mettre dans son *étage turonien* les six espèces que nous venons de rappeler, a reconnu depuis que le *Nautilus Sowerbianus* est une espèce différente de celle de Pondichéry à laquelle il impose actuellement le nom de *N. indicus* (*Prodrome*, vol. II, p. 211), que le *Baculites anceps* n'est point une coquille de son *étage turonien*, que la *Gervillia aviculoides* est la *G. solenoides* du Cotentin, que la *Trigonia sinuata*, Park., n'est autre que la *T. suborbicularis*, Forb., et que le *Cardium caudatum* est le *C. lucernum*, Forb., lequel serait une Pholadomye. Quant au *C. Hillanum*, nous ne le voyons plus indiqué dans l'Inde sous aucun nom. Après ces rectifications qui annulent sa première conclusion, M. d'Orbigny range toutes les espèces de ce pays, sans distinction de gisement, dans ce qu'il désigne sous le nom d'*étage sénonien*, composé hétérogène, mal circonscrit dans le temps et dans l'espace, et dans lequel l'auteur a réuni les dépôts les plus distincts dans la nature.

Pour nous, tout en regardant comme peu probable, d'après ce que l'on sait aujourd'hui, l'existence du groupe néocomien et même celle du gault, admises par M. Forbes, dans la petite partie de l'Inde dont nous venons de parler, nous sommes plus loin encore de n'y voir, avec M. d'Orbigny, qu'un représentant du seul groupe supérieur, c'est-à-dire de la craie blanche et de la craie de

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 507, 1847.

Maestricht. Nous croyons que les plus anciennes de ces couches, celles de Pondichéry, doivent plutôt appartenir au second groupe dans lequel, avec un assez grand nombre de céphalopodes à cloisons persillées, on rencontre souvent aussi des genres de gastéropodes dont les formes se rapprochent assez de celles des espèces du terrain tertiaire. Des études locales plus complètes nous paraissent donc encore nécessaires pour résoudre cette question.

Dans la note précitée, M. Alc. d'Orbigny signale aussi des échantillons rapportés de Java par M. Itier, et qui indiqueraient dans cette île la présence de couches crétacées du même âge que les précédentes; mais nous ne connaissons aucune autre donnée sur ce fait, et dans tout le reste de l'Asie nous ne sachons pas que des traces de la formation qui nous occupe aient été mentionnées.



CHAPITRE XII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AFRIQUE.

La formation crétacée prend un grand développement dans toute la partie septentrionale du continent africain, et nous pourrons en suivre les couches depuis le Sennaar et la Nubie, où elles font suite à celles de l'Arabie orientale, par l'Égypte, le Fezzan, les régences de Tripoli et de Tunis, l'Algérie et le Maroc, jusqu'aux plages de l'Atlantique. Peu connue encore sur la côte occidentale, nous en retrouverons des traces incontestables vers l'extrémité méridionale du continent.

Depuis l'Egypte jusque dans l'empire de Maroc, ces couches sont presque toujours surmontées de dépôts nummulitiques, comme on l'a vu sur la plus grande partie du périmètre de la Méditerranée, à l'ouest, au nord et à l'est. Il ne nous sera pas cependant toujours facile de les en séparer nettement, les observateurs qui les ont décrites laissant à cet égard beaucoup d'incertitude, ou ayant parfois réuni les deux systèmes sous la même dénomination. On devra donc dans ce qui suit ne pas perdre de vue ce que nous avons dit du caractère et de la disposition du terrain tertiaire inférieur de ce pays (*antè*, vol. III, p. 203 et suivantes).

§ 1. Égypte et Nubie.

La disposition générale, les relations stratigraphiques et les caractères pétrographiques des roches sédimentaires de l'Égypte et de la Nubie sont tellement constants sur de grandes étendues de pays, et sont en même temps si simples et si faciles à saisir, que les observations de la plupart des géologues sont remarquablement concordantes. Leurs descriptions ne diffèrent guère les unes des autres que par les dénominations qu'ils ont employées, ou par les parallélismes qu'ils ont cherché à établir avec les dépôts d'autres pays. Aussi, trouvera-t-on quelques répétitions dans ce qui suit, répétitions qui

étaient nécessaires pour laisser à chacun la responsabilité de ses recherches et de ses opinions.

Sur la carte géognostique de l'Égypte qu'il a publiée en 1842, M. Russegger a colorié, comme appartenant au calcaire crétacé (*Kalke der Kreidereihe*), le massif de montagnes situé au nord-nord-est de Suez, allongé du N. au S. et paraissant être, dans cette direction, le prolongement de celui du Sinaï. Un autre massif du même âge se trouve aussi à l'ouest de la ville, se dirigeant parallèlement à la chaîne nummulitique de Mokattam et au sud de cette chaîne. Il constitue le Gebel-Graybun et le Gebel-Attaka. Plus au midi, à partir d'El-Bulis, sur la mer Rouge, un massif montagneux, dont les bords sont très découpés, limite à l'ouest, jusqu'au delà d'Esneh, la chaîne de roches cristallines et pyrogènes qui longe le golfe Arabique, et la sépare de la vallée du Nil. Entre Syout et Esneh, tout le pays qui est à l'ouest du Nil, et qui s'étend vers le désert, est colorié de la même teinte. Au nord et à l'ouest, ces couches sont recouvertes par des calcaires et des marnes tertiaires; puis au sud, à partir d'Esneh, elles reposent sur le grès de la Nubie avec ses marnes, représentant la division inférieure de la craie, et s'appuyant contre les granites et les syénites. Ces dernières roches, à partir d'Assouan (Syène), s'étendent à l'E. pour rejoindre la chaîne côtière de la mer Rouge, et, à l'ouest de la même ville ou d'Eléphantine, elles ne constituent plus que des mamelons isolés, s'élevant çà et là au milieu des grès de la plaine. La coupe des cataractes d'Assouan, sur la rive droite du Nil, coupe dirigée N.-O., S.-E., montre le grès inférieur horizontal, dans la plus grande partie de ce pays, recouvert par le grès supérieur, mais redressé près du granite, non loin d'Assouan (1).

Le grès inférieur s'étend jusqu'à l'Ouadi-Halfa, dans la Nubie (2), par 22° lat. N., recouvert au delà par le grès supérieur tertiaire, des marnes et des dépôts quaternaires. Le sel gemme et des argiles salifères existent dans le lambeau de craie situé au nord-ouest du Ouadi-Halfa. Les grès crétacés et les marnes (*untere Kreidereihe*) forment deux bandes étroites qui longent la vallée du Nil et sont appuyées çà et là sur le granite jusqu'à Akaba-el-Bed (19° lat.). Ils contournent au sud le massif cristallin que circonscrit d'abord, et que traverse ensuite le Nil jusqu'à El-Mucheireff, puis se montrent

(1) Russegger, *Reisen in Europa*, *Asien und Africa*, etc. Atlas, vol. II, pl. 1, fig. 4. — *Neu Jahrb.*, 1840, p. 1.
(2) *Ibid.*, 1846, Carte géognostique de la Nubie.

de l'autre côté du fleuve, au delà du 17° lat., et offrent quelques lambeaux dans le voisinage de Chardum (16° 30′).

Plus loin le calcaire crétacé, représenté sur cette feuille de la carte de M. Russegger par une teinte (g) différente de celle qui lui avait été consacrée sur la feuille de l'Egypte, ne se montre plus que comme un lambeau au nord de l'Ouadi-Halfa. Nous ferons remarquer que sur cette carte géognostique de la Nubie, la teinte affectée au grès inférieur est celle du calcaire tertiaire de la précédente ou de l'Égypte; celle de la craie est la couleur consacrée déjà aux granites et aux syénites; celle du grès supérieur ou tertiaire de Melin, qui entoure complétement les affleurements de grès inférieurs et les pointements de roches cristallines, est la couleur de la craie de la première carte. Les lettres qui accompagnent les teintes sont également différentes sur l'une et l'autre feuille, quoique celles-ci se fassent suite géographiquement et géologiquement.

La plus grande partie du sol que comprend la carte du Soudan (1), continuation de celle de la Nubie, est occupée par des dépôts tertiaires et quaternaires. Le grès inférieur de la Nubie avec ses marnes ne forme plus à son tour que quelques îlots de chaque côté du Nil, jusqu'au 15° lat. N., puis un massif au pied du plateau élevé de Dembea ou de l'Abyssinie, s'appuyant contre les granites et les roches ignées.

Descriptions particulières. — Puits artésiens.

On savait que les puits artésiens étaient connus des Égyptiens (2) et que, suivant Olympiodore, qui florissait au sixième siècle de notre ère, des puits creusés dans la grande oasis à 200, 300 et jusqu'à 500 aunes de profondeur laissaient échapper, par leur orifice, des jets d'eau employés à l'arrosement des campagnes; mais on doit à M. Ayme (3) et à M. Lefèvre (4) une description intéressante de ces puits et des couches qu'ils traversent. Les grandes oasis de Thèbes et de Garbes en offrent beaucoup d'exemples. Les anciens pratiquaient d'abord, jusqu'à l'assise calcaire, un puits carré de 2 à 3 mètres de côté sur 20 à 25 de profondeur, en traversant successivement

(1) Russegger, *Ibid.*, 1846, Carte géognostique du Soudan.
(2) F. Arago, d'après Niebuhr (*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1835, p. 183). — Les témoignages à l'appui de ce fait remontent même à Diodore, évêque de Tarse (fin du IVe siècle), et jusqu'à Hérodote. (Voyez H. Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, p. 345).
(3) *Bull. de la Soc. d'encouragement*, p. 394, 1838.
(4) *Ann. des mines*, vol. XVII, p. 576, 1840.

la terre végétale, les marnes et les argiles marneuses. Ensuite ils boisaient ce puits, et commençaient le forage, à partir du fond, dans la roche calcaire, dont l'épaisseur est de 100 à 133 mètres, et dans laquelle il paraît qu'on atteignait la nappe d'eau jaillissante. Un de ces anciens puits, déblayé par les soins de M. Ayme, aurait recommencé à fonctionner, en ramenant à la surface de petits poissons et du sable analogue au limon du Nil. D'après cela, la couche aquifère serait supérieure aux grès crétacés de la Nubie, et appartiendrait probablement aux marnes sableuses placées entre ces grès et la grande assise calcaire. Ce que l'on sait de la disposition générale des roches sédimentaires du bassin du Nil permet de la regarder comme très favorable à des travaux de ce genre, toutes les fois qu'on ne les entreprend pas trop près des roches ignées. Les strates très réguliers, plongeant dans le sens même du cours du fleuve, et quelquefois des bords du bassin vers son axe, permettent ainsi l'infiltration des eaux et leur réapparition facile à la surface, dans des points situés en aval.

Recherches de M. Lefèvre.

Dans une communication subséquente, M. Lefèvre (1) paraît avoir fait quelque confusion, en disant que les échinites d'Esneh et les Hippurites du Caire étaient identiques avec ceux de la craie de Malte; car nous ne sachons pas qu'il y ait de la craie dans cette dernière île (voyez *antè*, vol. II, p. 818). A quelques heures de marche au sud et à l'ouest d'Esneh, continue-t-il, la craie cesse et est remplacée, à la surface du sol, par des grès (grès inférieur de la Nubie de M. Russegger) qui se montrent d'abord à la base des collines, le long de la vallée du Nil. Ils se prolongent ensuite jusqu'à Syène (Assouan), où on les a vus bouleversés par la syénite et les diorites. Leur dépendance de la formation crétacée résulte de leur passage insensible à la craie que l'on observe sur certains points, comme à Esneh, aux couvents de Saint-Antoine et de Saint-Paul, au Sinaï, etc.

A Debot, au sud de l'île de Philæ, sur la rive gauche du Nil, ils reposent sur la Syénite, de même qu'au sud-est de l'Ouadi-Halfa, où les roches cristallines les ont dérangés à l'endroit de la cataracte. Entre Hambout-Kôl et le puits de Bayouda, des buttes coniques, arrondies au sommet, sont composées de basalte péridotique, fragmentaire, recouvert par des lambeaux de grès. M. Lefèvre distingue deux périodes d'éruption parmi les roches ignées précédentes. La syénite, qui forme le sol des environs du puits de Bayouda, a été

(1) *Bull.*, 1re série, vol. X, p. 144, 1839.

dérangée par des porphyres que le plus ancien des deux basaltes a traversés à son tour. Ces grès de la Nubie ont été suivis jusque près de Ras-el-Kartoum, où se réunissent les deux branches du Nil.

Observations de M. Nash.

Pour M. D.-W. Nash (1)', l'Égypte présente quatre grands districts géologiques, composés de granites ou d'autres roches cristallines, de grès, de calcaires et de dépôts modernes. Comme M. Lefèvre', il ne distingue pas des calcaires les grès supérieurs, ni les grès inférieurs crétacés des précédents. Les granites, dont nous avons déjà dit quelques mots (*antè*, vol. III, p. 529), s'étendent des montagnes de la Nubie à Assouan, où le Nil passe la première cataracte. C'est de ces roches qu'ont été extraits la plupart des matériaux des grands monuments de l'ancienne Égypte, tels que les temples de Karnac et de Luxor, les monuments de Memphis, des obélisques de Philæ et toutes les rangées de statues de la plaine de Thèbes.

Les grès crétacés de la Nubie, avons-nous dit, s'étendent d'Assouan à Esneh, et c'est dans la chaîne qu'ils forment, en bordant la vallée, que sont les carrières d'où furent extraites les pierres du grand temple d'Isis à Denderah, celles des temples de Philæ, de Parembole et des principaux édifices d'Esneh (2). La roche est à

---

(1) *On the geology of Egypt*, etc.: Sur la géologie de l'Égypte et la vallée de Coséir (*Edinb. new philos. Journ.*, vol. XXII, p. 40, 1837).

(2) C'est dans ce même grès qu'ont été taillés les temples d'Ebsambol (Ypsambol, Psam-Polis), les monuments les plus extraordinaires de la basse Nubie. A une journée et demie de marche, au-dessous de l'Ouadi-Halfa, où le Nil coule entre deux murailles naturelles de grès, on trouve, sur sa rive occidentale, une vallée dont les flancs sont formés de rochers escarpés. Le temple d'Isis, qui y a été entièrement excavé, est dans un état parfait de conservation. Toutes ses parois sont couvertes d'hiéroglyphes, et de chaque côté de la porte sont trois statues colossales, debout, regardant le Nil, appuyées chacune sur deux plus petites de 6 pieds et demi de haut. Le temple d'Osiris, placé à 200 mètres du précédent, est un peu plus élevé, mais toute la rangée de gradins par laquelle on y montait, de même que sa façade, étaient depuis longtemps ensevelies sous les sables, lorsqu'elles furent mises à découvert par les travaux de Belzoni. On reconnut alors que cette façade et les quatre figures gigantesques dont elle est ornée avaient été taillées sur place, dans le grès quartzeux blanc de la colline. Ces colosses, qui s'élèvent de chaque côté de la porte, comme d'énormes piliers, ont, quoique assis, 51 pieds de haut, non compris la coiffure, qui est une sorte de mitre de 14 pieds. Ils ont 25 pieds de large d'une épaule à l'autre, et se touchent, de sorte que ces quatre figures occupent à elles seules toute la façade de l'édi-

gros grain ou à grain fin, blanche et cristalline, quelquefois jaune et friable. M. Nash fait remarquer que les éruptions ignées se sont surtout fait jour à travers des calcaires et des grès, et que le calcaire repose directement sur ces derniers. Le calcaire est d'un gris blanc, et, dans la vallée de Coséir, renferme beaucoup de fossiles siliceux (Huîtres, Buccardes, polypiers). Confondant ensuite les roches tertiaires inférieures avec celles de la craie, l'auteur ajoute que les calcaires des environs du Caire renferment beaucoup de Nummulites, tandis qu'il n'y en a point dans ceux de Syout, de Kéneh, d'Esneh, etc., qui, en effet, sont les plus anciens de la période crétacée, et contiennent des rognons de silex. M. Ehrenberg paraît avoir rapporté ces derniers à la craie, et M. Nash les grès sous-jacents au trias.

Observations de MM. Figari et Husson.

On a vu (*antè*, vol. III, p. 207) que le *Journal d'un voyage à Gebel-Zeyt et dans le désert compris entre le Nil et la mer Rouge* (1), par MM. A. Figari et H. Husson, renfermait des obser-

---

fice. Burckhardt a remarqué que les traits de ces figures ne le cèdent en rien pour la beauté et la finesse du travail à ce que le ciseau grec a laissé de plus parfait (Voyez K. Ritter, *Géographie générale et comparée. Afrique*. Vol. II.).

Mais c'est un fait aussi bien digne d'attention que cette tendance de la sculpture et de l'architecture des anciennes civilisations de l'Orient, d'abord à agrandir, dans des proportions énormes, les personnages et les animaux, et ensuite à tailler, sculpter et excaver les montagnes en place, pour en faire des temples peuplés d'innombrables statues, et sur les parois desquels sont gravés, en caractères indéchiffrables pour nous, l'histoire des nations dont les noms mêmes ne nous sont point parvenus. Leur étonnante civilisation ne se révèle que lorsque nous soulevons un coin de cet immense linceul de sable, sous lequel sont ensevelis leurs monuments. Nous observons également ce caractère architectural sur les parois des montagnes calcaires de la Perse et de la Susiane, comme dans les collines de trapp et d'amygdaloïde d'Ellora, de Kirkyl, de Keurli, etc., dans l'Inde, dont les temples souterrains sont aussi d'une grande ancienneté et l'ouvrage de peuples inconnus. L'art antique de l'Orient ne se distingue donc pas seulement de celui de l'Occident par les formes générales et par les détails, mais encore par les dimensions des êtres représentés, et par cette particularité d'associer en quelque sorte les monuments de la nature au travail et à l'histoire de l'homme, comme pour confier à l'immutabilité des uns le soin de transmettre les autres à la postérité la plus reculée.

(1) *Bull. de la Soc. de géographie*, 3ᵉ sér., vol. IV, p. 353. — *Ibid.*, vol. V, p. 32, 1846. — *Ib.*, vol. VI, p. 111, 1846.

vations qui n'étaient pas sans intérêt, malgré la confusion qui y régnait parfois; aussi reproduirons-nous encore celles de ces observations qui paraissent se rattacher à notre sujet. La base orientale de la montagne de Kalaïl, avons-nous dit, située du côté du golfe Arabique, serait composée de craie, dans laquelle on aurait trouvé des Ammonites. La chaîne de Gelaleh-Geblich qui, près de la côte, prend le nom de Gelaleh-Bahâryeh, est formée de couches horizontales, dont les plus basses sont des marbres blancs, ou cendrés, recouverts de schistes argileux gris, rouges, auxquels succèdent de nouveaux marbres roses et verts, un banc épais de marbre coquillier, une roche grenue rouge, passant au blanc sale qui forme le plateau, et un calcaire compacte à petites Nummulites. Au delà du vallon de Ouadi-Oum-Houamada se termine cet ensemble de couches qui, à l'exception des dernières, constitue ce que les auteurs nomment la *formation de marbre*. Ce qu'ils désignent comme *formation de la craie* comprend une masse puissante noire, remplie de nodules noirs et ferrugineux. Elle reposerait sur des assises marneuses, rapportées aux marnes irisées, et que nous supposons appartenir, ou à la base des calcaires crétacés, ou au grès inférieur de la Nubie.

Le couvent de Saint-Antoine est adossé, au N.-E., à la craie blanche, compacte, sans fossiles, mais avec des nodules ferrugineux et des silex calcédoine. Dans les mamelons environnants sont d'autres calcaires crétacés, moins compactes, schistoïdes, avec de petits cailloux de basalte noir, ou peut-être de diorite, si la roche enveloppante est réellement crétacée. Ces assises, d'ailleurs peu étendues, sont subordonnées à des calcaires blancs, marneux, et reposeraient sur des argiles schisteuses dépendant des marnes irisées, ou mieux, comme on vient de le dire, du grès de la Nubie. MM. Figari et Husson mentionnent aussi des sables agglutinés par un ciment silicéo-ferrugineux et qui constituent un grès avec du sel gemme et du gypse. Ce grès, subordonné aux roches crétacées dont il représenterait alors la partie inférieure, reposerait sur un système de couches rapportées à la formation jurassique, formation très peu connue encore dans le bassin de l'Égypte, où elle apparaîtrait seulement vers l'extrémité nord-est de la région occupée par la craie.

Pour ne point interrompre la description des auteurs, et par suite de nos doutes sur les rapprochements qu'ils indiquent, nous dirons ici quelques mots de ces couches et de celles qui les supportent. Les calcaires n'ont que 10 à 12 mètres d'épaisseur en cet endroit;

ils plongent de 15° à 20° au N.-O., circonscrivent le bassin de l'Ouadi-Arabah, et se dirigent vers le N. On les voit aussi incliner vers la mer Rouge, et l'on pourrait supposer qu'ils se relèvent sur la côte arabique, si nous n'avions vu celle-ci occupée par des roches évidemment crétacées et d'autres nummulitiques. Sous ces calcaires présumés jurassiques viennent des grès marneux, rouges, bruns, violets, bleuâtres, verdâtres, jaunâtres, grisâtres ou blanchâtres, avec des Buccins, des Huîtres, des Gryphées, etc., et traversés en tous sens par des veines de gypse, substance qui s'y trouve aussi en couches minces avec du sel gemme. Ce sont ces caractères minéralogiques qui ont sans doute déterminé MM. Figari et Husson à placer ce système arénacé sur l'horizon des marnes irisées, de même que ceux des calcaires sous-jacents gris-jaunâtres, ou gris de fumée, rougeâtres, compactes, très durs, à cassure conchoïde, et quelquefois celluleux, leur ont rappelé l'étage du muschelkalk. Ces calcaires en bancs de 1 à 2 mètres d'épaisseur, séparés par des lits d'argile, et d'une puissance totale de 10 à 12 mètres, plongent de 12° à 20°, au S.-E. C'est de la partie moyenne de cet ensemble de couches que sourdent les eaux salées et un peu séléniteuses de la vallée d'Arabah.

En continuant à s'avancer vers le N.-N.-E., les voyageurs dont nous suivons les observations arrivèrent au vallon de l'Ouadi-Ribegh, vers le haut duquel ils retrouvèrent la *formation du marbre* blanc, compacte, ou saccharoïde, pénétré de veines vertes, et *recouvrant* la craie. Si cette superposition est réelle, on aurait un système de couches très remarquable par ses caractères minéralogiques, et qui, suivant toute probabilité, représenterait les étages crétacés les plus récents; il se distinguerait alors singulièrement de ces derniers, tels que nous les connaissons dans le nord-ouest de l'Europe. Ainsi, le marbre ne finit point, comme les auteurs l'avaient cru d'abord, à l'Ouadi-Oum-Houamada, mais il accompagne toute la chaîne de Ghalaleh-Geblich et de Bahâryeh.

La base du Gebel-el-Nemr, montagne élevée de 1300 mètres au-dessus de la mer rouge, et au pied de laquelle se trouve le couvent de Saint-Paul, est formée de grès rouge, schisteux, que nous présumons encore représenter le grès crétacé inférieur, et non les marnes irisées. Il est ici plus développé que de l'autre côté de la chaîne. La craie avec des silex pyromaques se montre ensuite vers le N.-E., surmontée, à ce qu'il paraît, de monticules tertiaires, composés d'argiles et de calcaires coquilliers. Plus loin, les collines de craie à silex sont recouvertes de bancs de gypse, remplis de petits

grains de soufre pur. Sur le tout règne un dépôt meuble d'œtites ferrugineuses et de cailloux siliceux avec des fragments de porphyre et de granite.

Le Gebel-Ghareb, au sud-sud-est du plateau précédent, est élevé d'environ 1950 mètres au-dessus du golfe Arabique, et composé de granite à grands cristaux de feldspath rouge. Cette roche commence au nord-nord-ouest de l'Ouadi-Arabah, se continue adossée à la chaîne calcaire du Galaleh, puis s'en détache pour se diriger au S.-O., et aller s'unir aux montagnes de Gebel-Dara, de Gebel-el-Dyh, etc. Aux environs de Gebel-Zeyt, une colline dirigée S., N. est formée de craie inclinée au N.-O. et reposant, à son extrémité sud-est, sur les grès, en contact eux-mêmes avec les roches cristallines. L'Ouadi-Dara, qui s'étend de l'E. à l'O., présente, comme toutes les grandes vallées du désert oriental, une large concavité parsemée de monticules de craie reposant sur les argiles, et recouverte parfois de psammites tertiaires.

Mémoire de Newbold.

Newbold (1), qui paraît avoir très bien saisi les rapports généraux des diverses roches sédimentaires et pyrogènes de l'Égypte (*antè*, vol. III, p. 205 et 526), a tracé deux coupes: l'une N., S., dans le sens même de la vallée du Nil, s'étend de Syène jusqu'au Delta, au-dessous du Caire; l'autre, E., O., part de Coséir, sur la côte de la mer Rouge, pour atteindre le Nil. Ces coupes, où les relations stratigraphiques sont très nettement exprimées, s'accordent avec ce que nous ont montré les cartes de M. Russegger et avec l'esquisse plus ancienne de M. Lefèvre.

Le *calcaire marin inférieur* de Newbold correspondrait à la craie, et son *grès inférieur* à celui que nous avons désigné souvent, avec M. Russegger, sous le nom de *grès crétacé de la Nubie*. Dans la coupe E., O., que nous avons aussi mentionnée en traitant des roches ignées, on voit, sur le versant de la mer Rouge, les calcaires marins et ces grès inférieurs compris de chaque côté, entre des porphyres, des diorites et des syénites, puis sur le versant opposé, recouvrir, en plongeant à l'O. sous la vallée du Nil, les anagénites séparées du granite par des quartzites.

Rien ne nous indique l'âge précis de ces anagénites célèbres par leur emploi dans les arts; mais leur composition même ne permet

(1) *On the geology of Egypt:* Sur la géologie de l'Égypte (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 782, 1843.— *Quart. Journ.*, id., n° 16, p. 324, 1848).

pas de les regarder comme fort anciennes. Elles reposent ailleurs sur les schistes, à stratification concordante, et sont en bancs épais, qui deviennent horizontaux à mesure qu'ils s'éloignent du granite. Elles constituent un conglomérat ou poudingue, composé de cailloux arrondis et anguleux de diorite, de gneiss, de porphyre, de schiste argileux et siliceux, de serpentine et de calcaire marbre cimentés ou réunis par une pâte un peu calcaire, dont les teintes varient du vert au rouge pourpre. On y trouve parfois des cailloux de feldspath compacte, vert clair, colorés par de l'actinote, et d'autres qui proviennent des schistes cristallins. Cette roche, qui ne paraît pas s'élever à plus de 60 ou 65 mètres au-dessus du niveau général du désert, a donné lieu, dans l'antiquité, à des exploitations considérables, et on la retrouve aussi fréquemment aujourd'hui décorant les églises de l'Italie et les mosquées de Constantinople, que dans les anciens temples et les palais de l'Égypte. Le sarcophage que l'on suppose être celui d'Alexandre a été taillé dans un bloc de cette anagénite.

Les grès crétacés inférieurs qui la recouvrent n'occupent point une grande surface en Égypte; mais ils prennent, comme on l'a vu, beaucoup d'extension au sud, dans une portion considérable de la Nubie. Au contact des syénites et des diorites qui les ont dérangés dans le voisinage des cataractes, ils passent à un poudingue et à une brèche avec des agates. Sur d'autres points, d'une roche tendre, à grains de quartz et à ciment feldspathique, calcaire ou ferrugineux, ils passent à un quartzite compacte. Les cailloux, qui y forment des lits subordonnés, sont de cherts, de schistes siliceux, d'agate ou de jaspe provenant des schistes argileux sous-jacents. On y trouve, en outre, des lits minces de gypse et de sel cristallisé. Ils sont traversés par des veines de quartz blanc, brun et améthyste, et l'on y cite des minerais de cuivre et de fer sulfuré.

Observations diverses.

Ces grès avaient été rapportés, par M. Ehrenberg (1), au grès quader ou quadersanstein inférieur de l'Allemagne; et l'on a vu que M. Russegger, d'une part, et M. Lefèvre de l'autre, avaient adopté un classement analogue, tandis que des couches, qui paraissent encore en faire partie, avaient été mises dans le trias par MM. Figari et Husson. Mais faute de preuves suffisantes, Newbold ne s'est point prononcé à cet égard. En leur conservant ici le nom de grès inférieur de la Nubie, dont la position relative dans le pays ne peut

(1) *London, Dublin Philos. Magaz.*, vol. XVIII, p. 394.

laisser, d'ailleurs, aucune incertitude, nous pouvons seulement espérer que les recherches futures résoudront la question d'une manière définitive et plus complète.

Nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit (*antè*, p. 427) de leur emploi multiplié dans les arts, qu'ils ont fourni les matériaux de plusieurs des monuments les plus célèbres de la haute Égypte. La statue vocale de Memnon, entre autres, a été taillée dans un bloc de ce grès, et il en est de même de la plupart des sphinx qui bordent les avenues ou dromos du temple de Karnac.

M. Ehrenberg (1), qui regarde toutes les couches de la craie de l'Europe comme formées de restes de petits polythalames, invisibles à l'œil nu, a trouvé qu'il en était de même des calcaires de Beni-souef, de Syout et de Thèbes, sur la rive gauche du Nil, de Cahira et de Kéneh, sur sa rive droite. Ces calcaires, qui s'élèvent de 30 à 100 mètres au-dessus du lit de fleuve, le suivent sur une longueur de 70 milles, et se lient au plateau du désert libyque. Les calcaires d'Hamam-Farouch et de Tor, qui bordent la mer Rouge, le long de la presqu'île du Sinaï, auraient encore la même origine. Les calcaires de l'Égypte avec des couches de jaspe, qui représentent les silex de la craie de l'Europe, ne renferment d'ailleurs jamais d'animalcules à carapaces siliceuses ou véritables infusoires.

Dans une dissertation sur les formes que prennent les substances minérales non cristallisées, le même savant (2) s'est occupé des *pierres à lunettes* de Denderah, qui sont des sphéroïdes de dimensions variables, déprimés au centre, quelquefois doubles ou géminés, entourés d'un bourrelet concentrique, et représentant grossièrement un ou deux yeux. Ces pseudomorphoses, ou *ludus*, sont très répandues dans une marne subordonnée au calcaire de Denderah; mais vu l'incertitude où nous sommes encore sur la limite exacte des roches secondaires et tertiaires de ce pays, nous ne pouvons assigner l'âge précis de ces concrétions.

§ 2. Fezzan et régences de Tripoli et de Tunis.

Si la géologie de l'Égypte et de la Nubie est déjà assez avancée pour que nous ayons pu donner une esquisse de l'ensemble des

---

(1) Académie de Berlin, février 1839. — *L'Institut*, n° 289, 1839. — *Ann. des mines*, vol. XVII, p. 605.

(2) Académie de Berlin, 1840. — *Edinb. philos. Journ.* vol. XXXII, p. 405, 1841.

roches sédimentaires et pyrogènes qui entrent dans la composition du bassin du Nil, il n'en est pas de même lorsque, nous avançant vers le N.-O., nous pénétrons, après avoir passé le désert libyque, dans les états de Tripoli et de Tunis, encore peu explorés (1). Leur position géographique et leur orographie générale, comparées à ce que nous venons de voir à l'est, et à ce que nous montrera la province de Constantine au nord-ouest, permettent de conjecturer que la composition géologique de cette région intermédiaire, limitée au N. par la Méditerranée et au S. par le Fezzan et les déserts de la Libye et du Sahara, diffère peu de celles entre lesquelles elle est comprise. Par conséquent, le groupe nummulitique et des dépôts tertiaires plus récents, ainsi que la formation crétacée devraient constituer presque toute cette *terra ignota.* Ce qui pouvait n'être d'abord qu'une présomption se trouve déjà en partie confirmé par les découvertes toutes récentes du docteur Overweg, le dernier des martyrs dont le nom vienne s'ajouter encore à cette longue liste d'hommes courageux et dévoués à la science qui, au milieu de leurs recherches, ont succombé sous l'influence d'un climat meurtrier, ou par suite des mauvais traitements de populations inhospitalières.

Aux environs de Tunis, le savant voyageur (1) n'observa que des calcaires sans fossiles. Il signale, près de Carthage, un conglomérat, des grès et un calcaire peu solide. Au sud-est, dans la régence de Tripoli, les couches les plus basses qu'il reconnut étaient des marnes bigarrées et des gypses recouverts par des grès, des marnes, et surtout par des calcaires avec des Trigonies et des Bélemnites. Les premières roches ignées du pays qu'il rencontra sont les basaltes de l'Ouadi-a-Rabia. Près de Schersachra, district de Tarhona, une marne a présenté une grande quantité de petites Exogyres, et les roches volcaniques, ou mieux ignées, ont continué à se montrer

(1) Les documents que nous connaissons se réduisent à quelques notes déjà anciennes sur la Cyrénaïque, par MM. de la Cella et Beechey, puis sur la route de Tripoli au lac Tschad, par Clapperton et Laing.

(2) *Geognost. Bemerk. auf der Reise*, etc.: Observations géognostiques dans un voyage de Philippeville, par Tunis, jusqu'à Tripoli et Mourzouk, dans le Fezzan (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 93, 1851). — *Bericht ueber die von Overweg auf der Reise*, etc. *gefunden Verstein.*, *von Beyrich* (*Monatsb. ueber die Verhandl. d. Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, vol. IX, p. 154, 1852. — *Ibid.*, vol. VIII, p. 81 et 203, 1851).

jusqu'à Mizda. Au sud de cette ville, en marchant toujours dans la direction de Mourzouk, capitale du Fezzan, Overweg observa des calcaires et des grès avec beaucoup d'Exogyres et de grandes bivalves dans l'Ouadi-Tagitscha. Sur le versant escarpé d'Ammada sont des marnes bigarrées et des grès bruns ou noirs.

De Dschebel-Assound jusqu'à Harudsch et Aswad règnent des grès qui précédemment avaient été pris pour des basaltes, et la plaine qui entoure Mourzouk est un plateau sablonneux dont la surface est imprégnée de sel et qui n'offre rien de remarquable. Les fatigues du voyage et quelques symptômes de maladie ne purent arrêter Overweg; il continua sa route et put atteindre les bords si vivement désirés du lac Tschad, où il succomba le 27 septembre 1852.

Si nous reprenons les faits particuliers observés pendant ce voyage, nous trouverons que les montagnes situées entre la mer et le désert de Tripoli sont, dans le voisinage de cette ville, la montagne de Jefran, que traverse au sud-ouest la route de Tripoli à Gadames, le Gharian, exactement situé au sud de la ville, et le Tarhona, qui s'étend à l'E. jusqu'à Mezurata. Ces trois montagnes ne forment point de chaîne indépendante, mais constituent seulement le bord septentrional d'un plateau fort étendu.

Le Jefran, à l'endroit où la route coupe le plateau, offre une surface presque horizontale, sèche, aride, découpée par des fentes profondes, atteignant une hauteur moyenne de 655 mètres, et dont le point culminant ne dépasse pas 853 mètres. Les collines placées en avant du plateau ont aussi leurs strates horizontaux. Ce sont des calcaires d'aspect divers, de teintes claires, gris blanc, celluleux par la disparition du test des fossiles, et renfermant des grains rouges cristallins. Il y en a aussi qui sont jaunâtres et dolomitiques, puis viennent des marnes panachées, des argiles rouges, vertes, bleues, jaunes, avec du gypse à grain fin, blanc, gris, traversé par des veines d'un gypse plus récent. Les grès sont à grains fins, schisteux et micacés. Dans les collines coniques situées en avant de la chaîne, le gypse qui occupe leur partie supérieure s'y trouve en blocs épars et discontinus. Ces marnes avec gypse existent aussi dans le plateau élevé de Wadi's, où elles sont recouvertes de grès peu épais, de nouvelles marnes et surtout de calcaires avec hornstein et silex pyromaques. Le Enschet-es-Suffet, sommet le plus élevé de cette portion de chaîne, est un calcaire blanc ou rouge avec fossiles.

M. Beyrich, qui s'est occupé de la détermination de ces derniers,

y a reconnu des rudistes, des Arches, des Nérinées, la *Trigonia sinuata*, Park., et peut-être un fragment de Bélemnite.

Le Gharian (Gharin), ou portion abrupte du plateau qui borne la plaine au sud de Tripoli, est aussi précédé de collines qui semblent être composées des débris d'une portion de ce même plateau. Les couches sont horizontales, ou inclinées seulement de 10° à 20° au S. Le passage de la route de Mourzouk met à découvert de grandes assises d'un calcaire de teinte claire, alternant avec des grès panachés et des marnes. Lorsqu'on s'élève sur le plateau, on voit qu'il diffère du précédent par sa fertilité due à une argile rouge, peut-être le résultat des roches éruptives qui ont traversé la craie. Dans le grand Ouadi-Rabija, un cône basaltique s'élève au-dessus des calcaires blancs qu'il a percés. D'autres cônes phonolitiques se montrent aussi plus en avant dans la plaine de Tripoli, où ils sont désignés sous le nom de *Montrus*. A quelques lieues plus loin, un cône de même nature, s'élevant du plateau de Gharian, atteint 853 mètres au-dessus de la mer. Les produits ignés s'étendent encore plus loin vers l'E., dans la direction du mont Tarhona, où toute trace d'action volcanique disparaît.

Le Tarhona, situé à l'est du massif précédent, est moins élevé, n'atteignant que 300 mètres d'altitude. Il est également composé de roches crétacées qui sont des calcaires blancs cristallins avec horstein, un calcaire jaune brun, des marnes verdâtres et des dolomies avec *Exogyra conica*, Sow., occupant ici le même niveau que la *Trigonia sinuata* déjà citée dans le Jefran. Le plateau d'Ammada, au sud du Gharian, présente encore une composition analogue. Overweg y a trouvé l'*Inoceramus impressus*, et l'*Exogyra Overwegi*. Les calcaires de l'Ouadi Tagidscha ont offert des empreintes de Cardites, d'Arches, d'Exogyres voisines de l'*E. plicata*, Gold., et de l'*E. Boussingaulti*, d'Orb., l'*Ostrea larva*, etc.

Ainsi, les couches qui s'étendent des collines situées au sud de Tripoli jusqu'au bord méridional de l'Ammada, sur trois degrés et demi de latitude, appartiendraient exclusivement aux groupes crétacés supérieurs. Les assises les plus basses, caractérisées par les rudistes, l'*Exogyra conica* et la *Trigonia sinuata*, se trouvent au nord, limitant la plaine de Tunis; les plus récentes, avec l'*Ostrea larva*, l'*Exogyra Overwegi*, l'*Inoceramus impressus*, s'étendent vers le S., depuis Mizda jusqu'au bord septentrional du plateau d'Ammada. Aucune trace de couches nummulitiques, de gault ni de dépôts néocomiens n'a été signalée. La présence de l'*Exogyra*

Overwegi, entre Tripoli et Gadames, rend probable le prolongement de la craie vers l'O., comme vers l'E., et ses rapports directs avec la craie de la province de Constantine.

Enfin sur la pente méridionale de ce même plateau d'Ammada, dans la direction de Mourzouk, des grès de la période dévonienne sont caractérisés par le *Spirifer Bouchardii*, la *Terebratula daleidensis* et la *T. longinqua*; entre Mourzouk et Ghat, des *Sigillaria*, et des crinoïdes, des Orthocératites ont été aussi recueillis.

§ 3. Algérie, province de Constantine.

Orographie générale.

Après avoir décrit le terrain tertiaire de l'Algérie (*antè*, vol. II, p. 1003), nous avons donné un aperçu des divers systèmes de soulèvements qui en avaient accidenté la surface, mais les dépôts crétacés étant aussi fort étendus dans cette partie septentrionale de l'Afrique, nous croyons devoir le compléter par un coup d'œil général sur l'orographie de ce pays.

« L'Algérie, dit M. Renou (1), bornée au nord par la Méditer- » ranée et au sud par le Sahara, est comprise, à l'est et à l'ouest, » par les états de Maroc et de Tunis, qui forment avec elle un » même groupe de montagnes, dont l'état de Tripoli, au contraire, » est assez nettement séparé. Considérée isolément, elle consiste » surtout dans l'assemblage de plusieurs chaînes parallèles au rivage » de la mer, c'est-à-dire dirigées E.-N.-E., coupées dans leur par- » tie orientale par d'autres chaînes dirigées E.-S.-E. Il en résulte, » dès le premier abord, que l'Algérie se divise en deux parties, l'une » occidentale, où les accidents du sol sont très simples et soumis » presque tous à la même direction, l'autre orientale, présentant » de fréquents croisements et devant offrir, par cette raison, les » points les plus élevés. »

Le nord de l'Afrique offre trois directions de chaînes de montagnes : l'une dominante, parallèle au rivage de la Méditerranée, court comme lui E.-N.-E.; la seconde, N.-N.-E., a déterminé l'alignement général des côtes du Maroc sur l'Océan, comme celui des côtes de Tunis, et la troisième E.-S.-E., bien caractérisée dans la province de Constantine et dans la régence de Tripoli, a aussi façonné le littoral de ce dernier état.

Cet ensemble de rides montagneuses a ses points les plus élevés

(1) *Description géologique de l'Algérie*. In-4° avec carte et pl. de coupes, p. 1. Paris, 1848.

dans l'empire de Maroc, où le Milt-Sin, voisin de la capitale, atteint une altitude de 3475 mètres. Les hauteurs diminuent rapidement dans le voisinage de la Mlouïa, deviennent les plus faibles vers le méridien de Mostaganem, de Mascara et de Saïda, où elles ne dépassent pas 700 mètres. Elles se relèvent ensuite jusqu'au Chellua, point culminant de l'Aurès, situé à 108 kilomètres au sud de Constantine, et qui atteint 2312 mètres. C'est la plus haute cime non seulement de l'Algérie, mais encore de tout le pays compris entre le Maroc et l'Abyssinie. A l'est de l'Aurès, les montagnes s'abaissent de nouveau assez brusquement jusqu'au Djebel-el-Mekila, qui se trouve à 110 kilomètres à l'est de Tebessa (Tebeça), et dont le sommet, qui est à 1445 mètres, paraît dominer toutes les montagnes de la régence de Tunis. On a vu que dans celle de Tripoli le plus haut point que l'on ait mesuré ne se trouvait qu'à 853 mètres au-dessus de la mer.

Les hauteurs de 1200 à 1400 mètres sont très fréquentes dans l'Algérie, et la plupart des sommets de 1500 à 1600 mètres ont une saillie très prononcée. Quelques montagnes, telles que le Babor (Babour) (1), près de Bougie, et probablement l'Ouaransenis (Ouânserîs), atteignent 1800 à 1900 mètres. Le Jurjura (Djerdjera) s'élève à 2126 mètres, et l'Aurès (Aourès) à 2312. Ce dernier massif offre beaucoup de points très élevés, mais, vu du côté du nord, il ne présente point de pitons détachés.

Dans les intervalles des chaînes, de grandes plaines atteignent, dans la partie orientale, jusqu'à 800 et 1000 mètres au-dessus de la mer, mais à l'ouest elles sont beaucoup moins hautes. En général,

---

(1) Avant l'occupation de l'Algérie par les Français, l'orthographe, bonne ou mauvaise des noms de ce pays, était assez uniforme chez les auteurs, mais depuis lors les géographes, les topographes, les archéologues, les militaires, les naturalistes, etc., qui savent sans doute l'arabe mieux que leurs prédécesseurs, non seulement ont défiguré les anciens noms, mais encore ont adopté chacun une manière particulière d'orthographier ceux de localités, de rivières, de montagnes, etc., de sorte que ces ouvrages modernes ne s'accordent nullement entre eux sous ce rapport. Laissant de côté toute question philologique, nous avons dû, pour sortir d'embarras et toutes les fois que le nom s'y trouvait, adopter l'orthographe, moins savante peut-être, mais beaucoup plus commode de la *Carte générale de l'Algérie*, dressée au Dépôt de la guerre, et publiée en 1845. Nous avons d'ailleurs souvent mis entre parenthèse celle employée par les auteurs eux-mêmes, et avons adopté *Ouad* au lieu d'*Oued*, pour mettre ce mot plus en rapport avec *Ouadi* ou *Waddi*, usité dans l'Afrique orientale.

l'élévation des plaines de l'Algérie est très grande relativement à celle des sommets qui les dominent ; aussi le pays est-il fort élevé au-dessus de la Méditerranée, en même temps que les pentes des montagnes sont généralement faibles, et celle des cours d'eau très considérable. Ainsi, l'Ouad Boussellam (Ouad-bou-Sellâm), qui passe un peu à l'ouest de Setif, a une pente de 1050 mètres, sur un parcours de 60 kilomètres seulement, en ligne droite.

Les chaînes orientées N.-N.-E., quoique peu saillantes, limitent ordinairement les longues plaines que les autres laissent entre elles. Les chaînes dominantes, réunies à celles qui affectent cette direction, donnent à toute la contrée une forme parallélogrammique qui frappe au premier abord. La grande hauteur des plateaux, relativement aux sommités, fait que le pays offre beaucoup de pitons isolés, surtout dans la partie orientale, où cette disposition est très prononcée, et donne un aspect tout particulier à la contrée voisine de Tunis et du Medjerdah supérieur. Les montagnes parallèles au rivage et qui en sont à une certaine distance forment une chaîne, interrompue seulement par les nombreuses rivières qui descendent des plateaux de l'intérieur, et les traversent par des fentes étroites et profondes. Telles sont celles du Rummel (Rumel), au nord de Milah (Mîla), de la Boussellam (Bou-Sellâm), au nord-ouest de Setif, des Portes-de-fer creusées par un torrent d'eau salée qui descend du plateau de la Medjâna, de la Chiffa, à l'ouest de Blidah, etc. Dans l'ouest, où les montagnes sont moins élevées, ces coupures sont aussi moins prononcées.

De son côté, M. H. Fournel (1) a traité de l'orographie du même pays à un point de vue plus général. Après avoir montré ce que les poëtes, les historiens et les géographes de l'antiquité, du moyen âge et des temps modernes désignaient sous le nom d'*Atlas*, ou de *petit* et de *grand Atlas :*

« C'est, continue-t-il, une immense chaîne qui part de l'Océan » et va se terminer vers les Syrtes ; elle court dans la direction O. » 16° à 18° S. à E. 16° à 18° N., et, prise dans son ensemble, elle » est sensiblement parallèle à la côte. Sur une grande étendue, ses » chaînons et ses contre-forts s'avancent jusqu'à la mer et forment » ces bords abruptes qui sont un des caractères du rivage méditer- » ranéen, je pourrais dire aussi du rivage S'ah'rien. Dans l'intérieur, » de nombreuses fissures forment des vallées, les unes longitudi-

(1) *Richesse minérale de l'Algérie*, p. 318. In-4°. Paris, 1849.

» nales, les autres latérales, et d'immenses plaines, irrégulière-
» ment disséminées entre les divers chaînons, ne sont elles-mêmes
» que des plateaux élevés qui appartiennent au soulèvement géné-
» ral. Et pourtant, si vaste que soit cette chaîne, un plan en relief de
» l'Afrique montrerait l'Atlas comme une digue mince et allongée
» interposée entre la Méditerranée et le S'ah'ra. »

Pour mettre plus d'exactitude dans la description géologique de ces nouvelles possessions de la France et pour mieux faire connaître un pays peu exploré avant sa conquête, nous traiterons séparément des provinces de Constantine, d'Alger et d'Oran.

Province de Constantine. — Observations diverses.

Dans une note sur la géologie des provinces de Bône et de Constantine, Puillon Boblaye (1) comparait la formation crétacée de l'Afrique à celle des autres parties du pourtour de la Méditerranée, et trouvait surtout une grande analogie avec celle de la Morée, particulièrement aux environs de Tripolitza, puis avec celle de l'Apennin et du Mont-Perdu. Il signalait des marnes, des calcaires marneux, des grès ou macigno et des calcaires compactes. Les marnes renfermaient des Fucoïdes, les calcaires des Nummulites et, ajoutait-il, quelques traces d'Hippurites. Au-dessous, des alternances de marnes et de calcaires semblaient appartenir encore à la craie, et des gisements de pierre à plâtre aux environs de Constantine, de Guelma, de Bougie, etc., lui offraient aussi beaucoup de ressemblance avec ceux des deux versants des Pyrénées. En général, les calcaires compactes forment des arêtes dénudées, les grès ferrugineux quelques cimes rocheuses, peu prononcées, couvertes d'une riche végétation, puis les hauts plateaux de Milah et de Tabarca, enfin les marnes et les argiles le sous-sol des plaines alluviales qui s'étendent au S.

Nous avons déjà fait pressentir (*antè*, vol. III, p. 211) que les grès ferrugineux et les marnes à Fucoïdes n'étaient probablement que les représentants, sur ce côté du bassin méditerranéen, du système de grès macigno, de flysch et de calcaires à Fucoïdes du nord, que les couches à Nummulites placées dessous appartenaient encore au terrain tertiaire inférieur, qu'on n'y trouvait pas de rudistes associés avec des Nummulites, et que ce n'était qu'au-dessous de ces dernières que pouvaient commencer les dépôts crétacés. Quant aux gypses, nous reviendrons plus loin sur leur âge.

Boblaye (2) indique ensuite, avec plus de précision, la série

(1) *Compt. rend.*, vol. VII, p. 239; 23 juillet 1838.
(2) *Bull.*, vol. X, p. 88, 1839.

des couches crétacées de la province de Constantine, où il avait observé deux systèmes de marnes et de calcaires : l'un inférieur, caractérisé par de l'anhydrite avec des cristaux de quartz hyalin noirâtre et de nombreuses sources à sels de soude et de magnésie, puis surmonté de calcaires compactes, gris-bleuâtre, avec des nodules de cherts, et parfois des silex pyromaques (cascade du Rummel, au-dessous de Constantine) ; l'autre supérieur, comprenant des marnes de diverses teintes, avec des empreintes de Fucoïdes et d'Inocérames, et auxquelles succèdent les grès ou macigno ferrugineux dont on vient de parler. Ces derniers seraient surmontés à leur tour par les calcaires à rudistes et à Nummulites ; mais cette disposition, contraire à tout ce qui existe ailleurs, comme on pouvait le prévoir, ne s'est trouvée confirmée par aucune des observations subséquentes.

Vers le même temps, Saget (1), en se rendant de Constantine à Setif, a constaté l'existence de masses puissantes de calcaires, formant les parties élevées du sol, et de marnes bleues occupant les dépressions. Les unes et les autres étaient fortement dérangées, inclinées et plissées.

Travaux de M. Renou et de M. Fournel.

Depuis ces premiers aperçus, la géologie de la province de Constantine a fait de grands progrès, par suite des recherches de M. E. Renou et de M. H. Fournel. Nous nous attacherons à coordonner les travaux de ces deux géologues qui, ayant rencontré, dans l'accomplissement de leur tâche, des difficultés de plusieurs sortes et indépendantes de leur zèle pour la science, n'ont pu mettre dans leurs descriptions toute la méthode désirable. L'absence ou l'incertitude des superpositions, la diversité ou les modifications des caractères pétrographiques, les dérangements fréquents des strates, la rareté ou le mauvais état de conservation des fossiles ne leur ont pas toujours permis d'exposer bien nettement, ni les rapports des diverses couches entre elles, ni surtout leurs relations avec celles du même âge dans d'autres pays.

M. Renou, dans la légende de sa carte géologique (2), nomme *grès du terrain crétacé supérieur* ceux qui paraissent se trouver *au-dessus* des calcaires à Nummulites. Ces calcaires à leur tour sont réunis au *terrain crétacé inférieur avec un peu de terrain juras-*

(1) *Bull.*, 1re série, vol. X, p. 86, 1839.
(2) *Description géologique de l'Algérie*, pl. 5. In-4° avec cartes et coupes. Paris, 1848.

sique et des *dolomies*. Ce terrain crétacé inférieur comprend des marnes noires et des calcaires gris; puis l'auteur place au-dessous, en le coloriant par une teinte différente, le *calcaire compacte à Hippurites* avec les dolomies qui s'y trouvent associées.

Grès et argiles tertiaires.

Nous avons parlé sommairement des grès du *terrain crétacé supérieur* (*antè*, vol. III, p. 211), comme appartenant à la période tertiaire inférieure, opinion qui nous paraît être la plus probable; mais, n'ayant pas donné à leur examen l'importance qu'ils méritent, nous y reviendrons un instant avant de passer à l'étude des couches incontestablement crétacées.

Ces grès forment une zone très étendue de l'E. à l'O. Sur la route de Philippeville à Constantine, sa largeur est de 20 kilomètres; à l'E., elle rejoint sans interruption la route de Guelma à Bône; elle augmente d'importance au delà, dans la régence de Tunis, dont elle occupe la partie nord, et à l'O. elle s'étend vers Djidjeli (1). La puissance de cet étage augmente du S. au N., de manière à présenter la forme d'un coin ou prisme triangulaire aigu. Il est réduit à quelques mètres sur les plateaux de l'intérieur du pays, tandis qu'il en atteint plusieurs centaines sur le bord de la mer. Sa discordance, par rapport aux marnes noires et aux calcaires crétacés, est aussi apparente en grand qu'en petit, car il repose au S. sur ces marnes et au N. sur les roches primaires. M. Renou n'y signale d'ailleurs aucune trace de corps organisés.

Environs de la Calle, de Bône et de Philippeville.

Autour de la Calle, cet étage se compose de grès et d'argiles. Les grès, presque toujours blancs, ressemblent, dit l'auteur, au grès de Fontainebleau; sur quelques points ils passent à des poudingues quartzeux. L'argile qui les accompagne est grise, jaunâtre ou rougeâtre, généralement pure, et fournit une bonne terre à potier. L'épaisseur de cette série arénacée et argileuse paraît atteindre jusqu'à 400 mètres. A l'est de la ville, près de la frontière de Tunis, les grès sont redressés, presque verticaux, et dirigés N.-N.-E., en formant plusieurs plis parallèles (pl. 2, fig. 20). Quoique les sommets de ces montagnes ne dépassent pas 800 mètres, les caractères des roches et la position qu'affectent les couches indiquent de violentes perturbations, qui se seraient produites suivant la direction du soulèvement des Alpes occidentales.

La Calle est dominée au sud par ces grès passant aux poudingues,

(1) E. Renou, *loc. cit.*, p. 49. — *Aperçu de la constitution géol. de l'Algérie* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 523). — *Note sur les minerais de l'Algérie* (*Ib.*, 4e sér., vol. III, p. 63).

placés presque verticalement et plongeant à l'E. 26° S. (1). A l'ouest de la ville, on observe les mêmes roches qu'à l'est et au sud; et, sur les bords de la mer, des marnes schisteuses renferment des plaquettes de chaux carbonatée fibreuse, courant N. S. magnét., et plongeant à l'O. Ces marnes se trouvent au contact d'un grès rougeâtre, à grain très fin, et passant au compacte. Tout le chaînon abrupte qui, à l'ouest de la Calle, borde la côte jusqu'au cap Rosa (Rose), est formé de ces grès qui règnent aussi sur toute la route de Bône, où ils passent à des poudingues quartzeux à gros noyaux de quartz, empâtés dans un ciment siliceux rougeâtre. Ces mêmes dépôts s'étendent encore en lambeaux discontinus à la surface des roches cristallines de la petite chaîne de la Belelietà.

Sur la route de Bône à Constantine (2) les grès qui, à partir de Râs el-'Ak'ba se prolongent au N., couronnent les collines, tandis qu'à l'E. et au S. on ne voit que les marnes noires de la craie et les calcaires qui les accompagnent. Les ruines romaines d'Announa sont adossées à des collines crétacées, dont les couches très contournées sont çà et là surmontées de lambeaux de grès.

Dans le massif du cap de Fer, M. Fournel (3) a observé aussi la superposition des couches tertiaires aux roches cristallines, de même que sur la rive droite de l'Ouad-el-Kebir (p. 110); et, sur la rive gauche de ce cours d'eau, les grès constituent le massif du Djebel-K'seïba, dont les bancs inclinés au S. présentent un escarpement vertical du côté de la mer (p. 139). La carte géologique particulière du massif de l'Edough (pl. 5) apporte une notable modification à cette partie de la carte générale de M. Renou, en montrant que les roches cristallines ne constituent pas, comme semble l'indiquer ce dernier géologue, un massif continu et unique, de Bône au cap de Fer, mais bien deux massifs distincts : l'un, au sud-est du cap de Garde, s'étend vers le lac Fetzara (Fzâra), l'autre au nord-ouest de Ras-Toukouch (Ras-Tekouch), se prolonge vers Râs-Tak'-Dît, à l'ouest du cap de Fer. Ils sont séparés par une surface très considérable de grès macigno qui les isole complétement, s'étendant depuis la côte au N.-E. jusqu'à la vallée de l'Ouad-el-Kebir au S.-O.

Des carrières considérables ont été ouvertes par les Romains dans ces grès gris jaunâtre ou rougeâtre, à une heure et demie au

(1) H. Fournel, *loc. cit.*, p. 25.
(2) E. Renou, *loc. cit.*, p. 44.
(3) *Loc. cit.*, p. 101.

sud de l'hôpital de Philippeville, et ils en ont tiré les matériaux de l'ancienne Ruscicada. Fort développés aux environs, ces grès sont de teintes variables, blancs, gris ou jaunâtres, à grain fin, rubannés de jaune et de rouge, quelquefois mélangés d'argile et recouvrant une roche blanche et rouge, sorte d'argile schisteuse, qui paraît avoir été chauffée sur place. Sur la route de Philippeville, au pied du Djebel-ed-Dîs, ils courent N.-N.-E., S.-S.-O., en plongeant à l'E.-S.-E. Ils renferment des lits d'argile subordonnés avec des nodules creux de fer hydraté. L'argile qui tend ensuite à dominer est encore recouverte par des grès.

Depuis le blockhaus de la plaine, jusqu'au camp d'Arrouch (El-H'arrouch), l'ancienne et la nouvelle route sont constamment sur les grès. Aux environs de ce dernier point, ils paraissent affecter des directions et des plongements très variés, puis reposer sur des argiles schisteuses, vertes et lie de vin, qui alternent aussi avec eux. Des plaquettes de chaux carbonatée cristallisée se voient entre les plans de joint, ou bien cette substance forme des veines épaisses, traversant les bancs de grès. Le thalweg de la vallée suit une ligne de fracture E., O.; sur la rive gauche de l'Arrouch (H'arrouch), des grès micacés, qui reposent sur des schistes argileux, succèdent aux précédents.

Pour résumer les observations qu'il a faites aux environs d'Arrouch M. Fournel dit (p. 154), en parlant des grès qui nous occupent : « Partout nous les avons vus, soit mêlés à des marnes » schisteuses ou à des bancs de calcaire argileux, reposer immédia- » tement sur les roches cristallines; nous les trouvons ici recou- » verts par le calcaire à Nummulites : en quelques points ils se sont » montrés métallifères; tel est l'ensemble des circonstances qui me » les fait rapporter à la formation qui, en Italie, renferme aussi des » gîtes métallifères, et qui est connue sous le nom de *macigno*; elle » correspond à la partie supérieure du terrain crétacé, c'est-à- » dire à la craie blanche, et forme ainsi une espèce d'exception à » cette règle qui paraît si générale, que la base des terrains de sédi- » ment est siliceuse. »

Nous ne pouvons admettre, dans ce passage, qu'un seul rapprochement; tout le reste nous paraît être dénué de fondement. Ainsi, rien ne prouve la superposition du calcaire nummulitique à ces grès; ce calcaire situé à un niveau relatif, à la vérité souvent plus élevé, repose néanmoins sur les calcaires de la craie, et M. Renou l'indique bien dans cette position par rapport aux grès, comme

M. Fournel lui-même (pl. 10, fig. 2), au pied du Djebel-Sidi-Cheikh-ben-Roh'on. Dans cette localité, une masse de grès (macigno) recouvre les marnes grises avec des calcaires noirs à Nummulites, qui s'appuient contre des calcaires jurassiques. A ceux-ci succèdent des marnes rouges avec des calcschistes, puis des schistes talqueux.

Si, d'un autre côté, les grès se sont montrés métallifères, on n'y observe pas de traces de phénomènes ignés, comparables à ceux que nous avons décrits en Toscane (*antè*, vol. III, p. 366). Le macigno de l'Apennin, comme le flysch et les calcaires à Fucoïdes des Alpes, etc., est supérieur aux calcaires à Nummulites, et non placé *dessous*. Loin de correspondre à la craie blanche, il n'est pas même la base du terrain tertiaire, puisque les Nummulites elles-mêmes, sur un grand nombre de points, n'ont pas immédiatement succédé à la craie blanche, et que celle-ci n'est pas non plus le dernier étage crétacé. Ainsi, quoique le parallélisme supposé nous semble bien établi, l'auteur l'appuyait sur des preuves que l'on doit rejeter. Il faut ajouter que, de son côté, M. Renou, tout en admettant la position supérieure des grès, par rapport aux calcaires à Nummulites, ne les avait pas moins regardés aussi comme correspondant à la partie la plus élevée de la formation crétacée et remplaçant, dit-il, en Algérie la craie blanche de l'Europe (p. 22).

Ce dernier géologue a observé les grès aux environs du camp de Smendou, où ils sont accompagnés d'argile, très redressés et dirigés à peu près E., O. Partout ils recouvrent transgressivement les dépôts crétacés ; mais leur superposition directe aux couches nummulitiques n'a pas été observée. Ils couronnent aussi le Djebel-el-Ouâh'eh, à 12 kilomètres à l'est-nord-est de Constantine, et se continuent du camp de Toumiât jusqu'à celui d'Arrouch, où nous les avons déjà mentionnés.

Environs de Guelma.

M. Renou (p. 45) ne parle point des couches d'où sortent les eaux chaudes d'Hammam-Mescoutin (H'ammam-Meskhout'în) ; mais M. Fournel (p. 183) signale d'abord des grès sur la route de Guelma à Constantine, puis à Mjez-Hammar (Medjêz-H'amâr), sur les bords de la Seibouse (Seïbous), des calcaires compactes, gris et jaune clair, plongeant au N.-O. Vers Hammam-Mescoutin, reparaissent les grès auxquels font suite des marnes schisteuses, traversées par des veines de chaux carbonatée. La fig. 8, pl. 10 de l'atlas, est un plan des environs de Mjez-Hammar, et la fig. 4, pl. 11, une coupe de ce village à Hammam-Mescoutin, qui montre les cônes de tuf modernes reposant sur le grès ou macigno. A celui-ci suc-

cèdent, d'un côté, des marnes jaunes, schisteuses, et un calcaire *alberese*, l'auteur se servant des dénominations que nous avons vues usitées en Toscane, et de l'autre, ou au-dessous du Djebel-Ghelat, des couches concordantes qui, d'après le travail de la gravure, non reproduit dans la légende de cette figure, mais qu'on retrouve dans la fig. 2, de la pl. 10, appartiendraient aux marnes et aux calcaires nummulitiques. Ces dernières assises, que nous croyons ici dans leur position normale, sont désignées dans le texte (p. 190), comme sur la carte, sous la dénomination de *terrain crétacé inférieur*.

Toutes ces couches seraient concordantes, et plongeraient à l'O. 20° S.; mais il est difficile d'admettre la relation indiquée dans la coupe précédente, et l'on doit attribuer son apparence déceptive à l'existence d'une ou de plusieurs failles en cet endroit. M. Fournel doute si les eaux thermales, qu'il décrit fort en détail comme M. Renou, et dont nous avons parlé (*antè*, vol. I, p. 466), sortent réellement des grès ou bien des marnes schisteuses jaunes qui sont au-dessus. Quoi qu'il en soit, les grès règnent constamment de ce point jusqu'au Djebel-Mtaya (Mt'aïà), dont les deux sommets, formés de *calcaires jurassiques* plongeant en sens inverse, laissent entre eux une dépression occupée par ces grès. Ces derniers se trouvent isolés, et complétement discordants par rapport aux calcaires, dont ils ne seraient séparés par aucune autre couche. Ces mêmes *calcaires*, supposés *jurassiques* dans les coupes, fig. 5 et 6, pl. 11, et dans lesquels une carrière est ouverte, seraient, d'après le texte (p. 194), des couches à Nummulites, semblables à celles de Toumiât et, par conséquent, supérieures à la craie. Nous ne savons à quoi attribuer cette contradiction entre le texte et la figure donnée par M. Fournel. Si l'erreur provenait seulement des mots *calcaires jurassiques*, placés par inadvertance sous le calcaire du Djebel-Mtaya, il en résulterait une superposition discordante du grès sur les calcaires à Nummulites, qui viendrait confirmer ce que nous avons dit tout à l'heure. Enfin, lorsqu'on se dirige de ce point vers Constantine, on marche de nouveau sur les grès, et, en approchant de la ville, on atteint les calcaires marneux.

Environs de Djidjeli.

Les grès qui forment un massif considérable à l'est de Constantine et un autre au sud de Guelma se montrent encore sur plusieurs points situés à l'ouest de la région dont nous venons de parler. Ainsi, près de Djidjeli (Djidjel) (1), sur le bord de la mer, ils

(1) E. Renou, *loc. cit.*, p. 63 et 163.

recouvrent les marnes grises et les calcaires marneux crétacés sans fossiles. Le contact des couches observées sous le fort Duquesne montre qu'ici les deux formations sont concordantes. Le grès y a, d'ailleurs, les mêmes caractères qu'aux environs de Philippeville et de la Calle. Il est blanc, à grain fin, et alterne avec des argiles. La direction des strates est E. un peu N., et l'inclinaison de 30° à 40° N. Une assise, plus solide que les autres, supporte le village, et par son prolongement dans la mer forme un port naturel. Les maisons sont cependant toutes construites avec la mollasse tertiaire adossée au grès quartzeux, comme à la Calle et à Paratianæ. Ces derniers, qui composent la ceinture de collines bornant la plaine au S., ne s'étendent qu'à une faible distance dans cette direction. A cinq kilomètres au S.-O., ils atteignent 374 mètres de hauteur absolue et plongent de 45° au N. Ils continuent ensuite jusqu'au cap Cavallo, où ils formeraient plusieurs îlots, et sans doute beaucoup plus loin encore.

Environs de Setif et de Constantine.

A 15 kilomètres au nord-nord-ouest de Setif, le mont Magrèse (Magrêz) (pl. 1, fig. 8), élevé d'environ 1600 mètres, est couronné de grès durs, à grain fin, sans fossiles, d'une épaisseur de 200 mètres, et reposant, vers la partie moyenne de la montagne, sur les marnes et les calcaires crétacés. Entre Setif et ce point, les couches sont très contournées; mais dans la montagne même les deux systèmes s'éloignent peu de l'horizontale. Enfin, au sud-sud-est de Constantine, un dernier lambeau de grès se montre en couches qui plongent au N.; et un peu avant Gouça ils recouvrent, comme précédemment, les calcaires gris et les marnes noires crétacées qui surmontent à leur tour les calcaires à Hippurites, très développés aux environs.

Résumé.

La position des assises désignées par M. Renou sous le nom de *terrain crétacé supérieur*, et par M. Fournel sous celui de *grès macigno*, est donc, par rapport aux dépôts sous-jacents, sans aucune incertitude; c'est-à-dire qu'elles recouvrent transgressivement les roches nummulitiques, s'étendant le plus ordinairement sur les strates vraiment crétacés et sur les schistes cristallins, tandis qu'en un point du littoral nous les avons vues surmontées par une mollasse rapportée à la période tertiaire moyenne, quoique peut-être plus récente. Il y a donc toute probabilité pour ne voir dans ce système, comme nous l'avions présumé, qu'un représentant exact, sur ce rivage méridional de la Méditerranée, de l'étage du macigno tertiaire des Apennins, avec ses marnes et ses calcaires à

Fucoïdes, ou du flysch des Alpes et enfin du grès de Vienne sur le rivage septentrional du même bassin. Ainsi sa distribution géographique, comme ses caractères orographiques et stratigraphiques, nous prouvent qu'il a été séparé des dépôts nummulitiques proprement dits par un phénomène considérable, lequel avait déplacé les limites des eaux, changé leur profondeur et les niveaux relatifs des terres, détruit les êtres organisés de la période précédente, raviné et enlevé une partie des couches formées auparavant et fait succéder des sédiments arénacés à des sédiments calcaires.

Formation crétacée des environs de Constantine.

Si nous reprenons actuellement la description des strates vraiment crétacés, nous trouverons d'abord la ville de Constantine, l'ancienne Cirta, bâtie à 656 mètres d'altitude sur un rocher de forme presque carrée, bordé, sur la plus grande partie de son pourtour, d'escarpements abruptes, au pied desquels coule le Rummel (Roumel ou Remel), et n'offrant, dans toute sa hauteur, qu'une série de bancs épais de calcaires compactes. Ces calcaires noirs ou gris, homogènes, à grain très fin, sont presque sans fossiles, excepté vers le haut, où se montrent surtout des Hippurites et la *Caprotina ammonia.* M. Renou (1) compare ces calcaires à ceux que l'on observe entre Roquevaire et Fuvau (Bouches-du-Rhône), et qui, suivant lui, seraient du même âge.

Les bancs fossilifères que l'on voit au nord-est de la ville, au delà de la rivière, depuis le sommet du Sidi-Msîd jusque près du pont, sont recouverts par un calcaire grenu et des bancs schisteux avec Huîtres, Peignes, Inocérames, des échinodermes, du bois charbonné et des débris de poissons. Plus haut, des couches de teintes claires sont exploitées comme marbre. Le calcaire à Hippurites s'étend jusqu'à une assez grande distance de Constantine, et il est particulièrement développé à la montagne de Tchatabah (Chet't'aba) qui s'élève à 2 lieues à l'ouest et atteint 1322 mètres d'altitude. Les rognons de silex noirs y forment des lits subordonnés comme au-dessous de la ville même. La montagne, fort escarpée au nord-est, a ses couches inclinées de 20° au S.-E. L'auteur y signale le *Micraster cor-anguinum.*

Sur la gauche du ruisseau qui se jette dans le Rummel, auprès du pont, et sur toute la pente du Mansoura, au sud-est de Constantine, le système de couches dont nous venons de parler est recouvert, à stratification discordante, par des marnes grises et noires, feuilletées,

(1) *Loc. cit.*, p. 15, pl. 1, fig. 1-4, et pl. 2, fig. 10.

avec quelques bancs calcaires noirs subordonnés. Par suite de dislocations ces assises se voient tantôt à des niveaux inférieurs à celui des calcaires à Hippurites, tantôt appuyées contre la tranche de ces derniers redressés verticalement. Les escarpements nord-ouest du rocher qui porte la ville, de 250 mètres de hauteur, sont dus à une faille perpendiculaire à celle qu'on observe au sud-ouest. En général, les environs présentent des dislocations très considérables, dont on peut se rendre compte si l'on remarque que Constantine se trouve située presque dans l'axe d'une grande chaîne et près du point où viennent se croiser plusieurs lignes de soulèvement.

Le versant sud-ouest du Tchatabah montre de puissantes assises de marnes grises et de calcaires recouvrant, à stratification peu discordante, les couches à Hippurites, mais qui sont bouleversées et interrompues par d'énormes masses de gypse saccharoïde, blanc, sans stratification apparente. On voit, sur leurs bords, des fragments de calcaire compacte. Le gypse présente en outre de l'anhydrite, des cristaux de quartz noirs, bi-pyramidaux, et des pyrites de fer. A 30 kilomètres à l'ouest de cette montagne sont ouvertes des carrières de très beau sel gemme, que M. Renou n'a point visitées, mais dont il ne doute pas que le gisement ne soit le même que celui du gypse et des anhydrites précédents. Aussi, dit-il (p. 18), ces trois substances sont associées ici comme on le voit fréquemment ailleurs; elles appartiennent bien à la formation crétacée, sans y caractériser cependant une assise déterminée ou un niveau constant. Leur présence est due à un phénomène de transformation postérieur au dépôt des couches environnantes.

(P. 21). Sur la route de Constantine à Philippeville, les calcaires à Hippurites et les marnes qui les recouvrent sont fréquemment surmontés, soit par des poudingues, soit par des grès tertiaires. Près du camp de Toumiât, des blocs de grès vert, à grain très fin et compactes, renferment quelques nodules calcaires et des veines de fer oxydé et de manganèse. Au-dessous, des schistes verdâtres, probablement encore crétacés, paraissent avoir subi quelque altération.

(P. 43.) Au nord de la capitale de la province, sur la route de Bône, M. Renou signale les calcaires compactes de l'Oum-Azala et du Bou-R'âreb qu'il suppose appartenir à son étage des Hippurites, quoiqu'il y cite l'*Ananchytes ovata*, et que l'on y ait vu aussi mentionné le *Micraster cor-anguinum* au mont Tchatabah. Plus loin, vers Sidi-T'amt'am, les couches crétacées sont semblables à celles de Setif et de Gouça, puis, les grès tertiaires inférieurs qui, à par-

tir de Râs-el'-Ah'ba, se prolongent au N., couronnent les collines, tandis qu'à l'E. et au S. on ne voit que les marnes noires et les calcaires qui les accompagnent. Les ruines romaines d'Announa sont adossées à des collines dont les couches crétacées sont très contournées et çà et là recouvertes par les grès précédents.

On vient de voir qu'au sud-sud-est de Constantine, des grès tertiaires inférieurs plongeaient au N., et qu'un peu avant Gouça, la Sigus des Romains, ils recouvraient les calcaires gris et les marnes noires crétacées, reposant à leur tour sur les calcaires à Hippurites. Ces derniers sont très développés au sud et à l'ouest de ce point, particulièrement dans le massif montagneux que domine le Guerioun de 1727 mètres de hauteur. (P. 26.) A Gouça même, un amas de gypse est subordonné aux marnes noires à silex comme au Tchatabah, et présente les mêmes accidents. Les teintes rouges, jaunes, ou violettes du sol annoncent partout aussi le voisinage du gypse, accompagné de barytine, d'asphalte, de fer oligiste, de cristaux de quartz, etc.

Au sud-est de Gouça, les montagnes sont formées de calcaires à Hippurites, auxquels succèdent les calcaires gris et les marnes des environs immédiats de Constantine; puis, vers le haut, un calcaire blanc avec des Inocérames, des marnes blanches feuilletées, sonores, renfermant des Ammonites. La plaine située au nord du Sidi-Rgheis (Sidi-Rer'eïs) est occupée par les marnes et les calcaires gris, et la montagne que nous venons de nommer est composée de calcaires à Hippurites. Dans sa partie nord-est, les couches prennent une teinte jaune roux, leur surface est rugueuse, et elles constituent des dolomies. Au pied sud-est, une vallée profonde montre des grès bruns, lustrés, ressemblant beaucoup à ceux du terrain tertiaire inférieur, mais qui se trouvent bien plus bas puisqu'ils sont sous les marnes grises rapportées à la craie tuffeau. On les rencontre d'ailleurs en beaucoup d'endroits de l'Algérie occupant ce même niveau.

Au sud-est, le sol est formé par les représentants de la craie tuffeau, et à Aïn-Beid'a commence un massif montagneux de calcaires blancs à Inocérames, presque compactes, analogues à celui de Gouça. M. Renou cite plus loin des dolomies crétacées, puis des calcaires jaunes, grenus, enfin des calcaires lithographiques très différents par leur aspect des roches ordinaires du pays et qui pourraient être jurassiques. La plaine à l'ouest de la Meskiâna offre partout les marnes et les calcaires gris crétacés, représentés également dans

les montagnes stériles et dénudées, situées entre la plaine de Temlouk (Temlouka) et la route de Constantine à Bône. Dans ces dernières, des Ammonites, des Bélemnites, des Peignes, des Limes et des Térébratules ont été cités.

Environs de Setif.

Si nous nous reportons un instant à l'ouest de Constantine, sur la route de Setif, nous trouverons d'abord un massif de calcaires à Hippurites, puis au delà les calcaires compactes avec les marnes grises à Turritelles, Inocérames, Huîtres, etc. Lorsqu'on s'approche de Setif, les marnes à silex bruns ou noirs, semblables à celles de Gouça, recouvrent les calcaires compactes avec Huîtres, dans l'ordre de superposition constamment observé jusqu'à présent. La colline qui porte la ville (pl. 1, fig. 5) est composée de marnes grises, plus ou moins dures, avec des silex noirs, et inclinant faiblement au N. Au-dessous viennent des grès argileux verdâtres, ou de diverses teintes, dont les fossiles sont changés en silex noir. Au sud de Setif, les couches précédentes paraissent être ployées et largement arquées, de manière à plonger en sens inverse, de part et d'autre d'une ligne dirigée E. 15° à 20° N. En cet endroit, les grès sont par places d'un vert-bleu intense, et parfois aussi bréchiforme. Ils ont été employés dans les constructions romaines du pays, et se retrouvent encore au pied méridional du Mzêta, avec des marnes sableuses grises ou blanchâtres. A la surface du sol, l'auteur cite une grande quantité d'*Ostrea vesicularis* et de *Pterocera Oceani*, fossiles dont l'association doit paraître douteuse.

Les assises de la montagne peu inclinées sont composées vers le bas de calcaires gris, compactes, fossilifères, et vers le haut de calcaires à grains verts, également fossilifères (grandes Exogyres), puis de brèches siliceuses très noires, de quartz blanc laiteux, de calcaires à grains de quartz noir et de calcaires gris dolomitiques. On a déjà vu quelle était la composition du mont Magrise au nord-ouest de Setif, et, si l'on se dirige à l'ouest de la ville, vers Aîn-Turco (Ain-Teurk), on rencontre toujours les marnes avec ou sans silex et des calcaires marneux, puis çà et là des amas de gypse, accompagnés d'argiles bigarrées, jaunes, rouges ou violettes. Ces couches, inclinées de 45° vers le N., sont souvent recouvertes par les poudingues tertiaires supérieurs, horizontaux. Par places, des bancs de grès noirs sont subordonnés aux marnes. Plus au S., dans les montagnes d'Ouled-Solt'ân, on a recueilli plusieurs genres d'échinodermes, la *Trigonia scabra*, le *Pecten quinquecostatus*, le *Pterocera Ponti*, le *P. Oceani*, fossiles qui, s'ils ont été bien dé-

terminés, permettent de supposer qu'ils proviennent de couches très différentes.

La route de Setif à Constantine, qui passe par Djemilah et Milah (p. 41), ressemble à celle du sud par les roches qu'elle traverse. On y rencontre presque exclusivement les marnes feuilletées, assez dures, gris noir, avec des silex et des calcaires compactes subordonnés, déjà signalés par Bob'aye et Saget.

Suite des environs de Constantine.

Nous ajouterons encore sur la géologie des environs de Constantine, considérée dans le rayon assez étendu que nous venons d'embrasser, quelques détails puisés dans le livre de M. H. Fournel (1), où l'ethnographie, l'archéologie, la linguistique, la géographie ancienne et l'histoire n'occupent pas moins de place que le règne minéral, et dont nous essaierons de dégager tout ce qui se rapporte à notre sujet. Nous suivrons après le savant ingénieur dans l'excursion qu'il a faite au sud jusqu'à Biskra.

La planche 12 du bel atlas qui accompagne son ouvrage comprend un plan des alentours de la ville au 1/10000, puis une coupe N.-E., S.-O. (fig. 6), depuis les ruines du Sidi-Msîd jusqu'au Koudiat'-Ati, et passant par la K'as'ba. Cette coupe, que viennent compléter encore celles de la pl. 11, donne une idée très satisfaisante de la fente profonde où coule le Rummel.

Les calcaires qui plongent de 15° au S.-E., ou en sens inverse du cours de la rivière, sont recouverts au Koudiat-'Ati par des grès à gros grains, sur lesquels s'étend une masse puissante de galets de toutes les grosseurs. Sur le flanc occidental du Mans'oura sont les marnes verdâtres, mélangées de gypse blanc saccharoïde, et recouvertes par le calcaire jaune concrétionné, qui forme le plateau élevé du S'tah'-Mans'oura. On a déjà vu quelle était la composition du Sidi-Msîd (Sidi-Mçîd), qui est opposé à ce plateau. M. Fournel n'a trouvé dans le voisinage immédiat de Constantine que des fragments indéterminables d'Huîtres, de Plicatules, et deux empreintes d'Inocérames.

(P. 214.) Au nord de la ville, la route du Smendou traverse des marnes argileuses sans gypse, et, à l'Ouad-H'âmma, un calcaire bréchiforme est recouvert par un calcaire concrétionné, semblable à celui du plateau de Mans'oura. Au delà les marnes noires ou grises renferment du gypse blanc fibreux, qui s'étend en filets minces dans toutes les directions. Au camp du Smendou est un dépôt ter-

(1) *Richesse minérale de l'Algérie*, vol. I, p. 202, 1849.

tiaire lacustre, avec lignite, des marnes argileuses, du gypse, des Planorbes, des Paludines, des Mulettes, etc., qui s'appuie au N. contre les roches secondaires.

(P. 234.) Dans la région qui s'étend vers l'ouest, à 4 ou 5 lieues de Milah, on trouve, sur le versant septentrional du Djebel-Bou-Chêrf, dont le pied est baigné par l'Ouad-el-Kebîr, des marnes gris verdâtre avec des cristaux de gypse, et dans lesquelles on a percé une multitude de puits de 15 à 20 mètres de profondeur. Ces puits atteignent une couche puissante de sel gemme, qui paraît incliner légèrement au S.-S.-E. et est divisée en plusieurs bancs par des lits de marnes gypseuses. Le sel est gris, blanc et rouge, et la masse qu'il constitue semble avoir une très grande étendue en surface. Si de ces exploitations on s'avance au S.-E., on atteint des bancs de gypse également exploités, et l'on arrive à des calcaires avec des lits subordonnés de quartz noir, de 0m,10 d'épaisseur.

M. Fournel fait remarquer que les mêmes marnes se suivent presque sans interruption entre Constantine et Milah et que dans le mont Tchatabah on exploite, comme nous l'avons dit, au milieu des marnes crétacées, la pierre à plâtre employée à Constantine; aussi est-il probable qu'à l'ouest-sud-ouest de cette dernière ville des recherches de sel gemme auraient quelque chance de succès. La liaison de ces deux substances minérales est sans doute très probable, mais l'auteur ne s'exprime d'une manière explicite, ni sur leurs relations de gisements, ni sur leur mode de formation, ni même sur leur niveau géologique; car, en mentionnant aussi autour de Milah des marnes tertiaires avec *Ostrea crassissima*, il laisse le lecteur dans l'incertitude si le sel et le gypse des environs de cette localité ne formeraient point des amas subordonnés dans ces marnes, comme il en existe sur les flancs des Apennins. Quant aux gypse du Tchatabah et des autres points des environs de Constantine, on a vu que leur gisement dans les marnes crétacées n'était pas douteux, quoique rien ne prouvât d'ailleurs que leur formation fût contemporaine des couches qui les entourent.

(P. 258). Le monticule d'Hamimat'-Arkou, isolé dans la grande plaine de Temlouk (Temlouka), au sud-est de Constantine, est composé de couches qui plongent au N., et dont les plus basses, d'où s'échappe la source de Râs-el-Aîn-Temlouk, sont des calcaires blancs, assez cristallins, recouverts, d'une manière concordante, par un calcaire compacte, gris pâle et esquilleux. Les montagnes qui bordent la plaine au S. montrent, vers leur base, des calcaires

avec *Ammonites consobrinus* et des Bélemnites, que M. Fournel compare à la partie supérieure du groupe néocomien, puis un autre calcaire avec des fossiles et enfin celui que caractérise l'*Inoceramus Brongniarti*. Vers le S.-O., ces bancs à Inocérames, accompagnés d'autres fossiles fort abondants, prennent un grand développement. Dans le défilé de Fedj-el-Driâs (pl. 11, fig. 1), les couches sont plusieurs fois repliées; on y remarque des calcaires marneux avec *Pecten*, un calcaire jaune-rougeâtre, à grain fin, et plus bas un grès calcarifère rougeâtre, reposant sur des marnes gypseuses, verdâtres, très puissantes. Dans une autre coupe (p. 239), prise à la fontaine d'Aïn-el-Boubouch (Bebbouch), et où les couches plongent au N.-O., des marnes, avec des affleurements d'antimoine oxydé, sont recouvertes par des grès et des calcaires brun-jaune, avec Bélemnites. Elles reposent sur un calcaire gris, très dur, fossilifère, auquel succèdent d'autres roches remplies de Bélemnites. Au sud du gisement d'antimoine, une longue rangée de calcaires verticaux, courant N.-E., S.-O., affleure au-dessus de la plaine de Boo'ot-Mân (pl. 15, fig. 3). C'est une roche bleuâtre, très dure, ressemblant beaucoup à celle du lias de l'ouest de l'Europe, et que suivent un grès calcarifère et un grès verdâtre à grain fin.

Le Djebel-Sidi-Rgheis, élevé de 1628 mètres, dont nous avons déjà dit quelques mots, offre à sa base et plongeant au S.-E., des calcaires noirs, surmontés de divers calcaires avec des fossiles. Dans l'escarpement à pic, qui est tourné au S.-O., un calcaire compacte, gris foncé, a présenté des *Caprotina ammonia*. Des Ammonites ont été observées dans le même escarpement, et les grès qui sont dessous plongent également au S.-E. Les mines de cuivre exploitées par les Romains ont été ouvertes à la limite du grès et du calcaire qui le recouvre, et les galeries ont été poussées dans un grès excessivement dur (pl. 15, fig. 2, 3, 6). Ce massif montagneux, dont M. Renou comparait la disposition générale des strates à celle qu'on observe dans plusieurs centres volcaniques, et entre autres à l'Etna, appartiendrait, d'après M. Fournel, au groupe néocomien. La coupe qu'en donne ce dernier, prolongée jusqu'à la plaine de Temlouk, fait voir que le grand système de grès, de marnes et de calcaires, constituant le fond et les escarpements d'une espèce de cirque de soulèvement dont les assises plongent en sens inverse, est succédé à l'O. par des marnes gypseuses et des grès crétacés plus récents.

Le même savant a décrit (p. 264) la route d'Aïn-el-Boubouch à

Constantine par Gouça, et fait une coupe (pl. 15, fig. 7) de cette dernière localité, mentionnée précédemment. L'escarpement qui domine la ville est composé, dit-il, de bas en haut, par un calcaire argileux avec *Pecten*, que recouvrent un autre calcaire argileux, un calcaire avec des rognons de quartz noir, un calcaire bitumineux et un calcaire grenu gris cendré. Les couches observées sur le versant nord montrent qu'on a ici la série des environs d'El-Bordj, c'est-à-dire, en bas les calcaires compactes, gris, esquilleux, rapportés au groupe néocomien, et dont le cours de l'Ouad-el-Kelâb formerait la limite, puis en haut les couches avec les marnes gypseuses appartenant à un groupe plus récent. Toutes ces assises sont d'ailleurs concordantes et plongent d'environ 45° au N. On a vu que les grès de Gouça, rapportés au terrain tertiaire inférieur, plongeaient dans le même sens, ce qui fait dire à M. Fournel que si ces grès sont ceux qui jouent un rôle si important dans le nord de la province, les anciennes mines de Sigus pourraient appartenir à cet étage.

Partie méridionale de la province de Constantine. — Route de Biskra.

Nous suivrons actuellement M. Fournel dans les excursions qu'il a faites en 1844, avec le corps d'armée expéditionnaire, depuis Constantine jusqu'à Biskra. Il a donné (pl. 16, fig. 1) une esquisse topographique de son itinéraire, d'après le levé de M. le capitaine Riffault.

(P. 272.) Après avoir dépassé les poudingues que l'on rencontre au delà de la porte Valée, puis les calcaires rougeâtres d'eau douce, on atteint, à 15 kilomètres de Constantine, des couches plongeant au N. A cinq kilomètres plus loin, un défilé traverse une chaîne de montagnes dirigées E., O. Les couches calcaires qui les composent ont été très dérangées par l'apparition d'un porphyre vert (pl. 15, fig. 9). Le calcaire est argileux, blanchâtre, avec des rognons de quartz noir ou noirâtre, et il alterne avec des bancs minces de ce même quartz. Au-dessus vient un conglomérat rempli de petites Huîtres. Au pied oriental du Nifenser (Nîf-en-Necer) est un calcaire compacte, avec *Caprotina ammonia* et plongeant au N. Un immense escarpement vertical domine les deux Sebka (Sebkha, lacs salés), entre lesquels on observe plusieurs mamelons, dont un est composé par une roche dolomitique qui a traversé des marnes gypseuses. Au sud, il y a un monticule de gypse percé çà et là de calcaires compactes, puis viennent des marnes schisteuses.

(P. 276.) D'après les renseignements qu'il a obtenus, l'auteur signale plus à l'E., sur la limite de la régence de Tunis, la présence

du sel gemme aux environs de Tebessa (Tebeça), des mines de fer et d'argent, et des pierres à meules non loin de Medjana. Dans les monuments antiques de Lambesa, situés à 1000 mètres d'altitude sur le versant nord de l'Aurès, on trouve fréquemment employés des calcaires compactes clairs avec *Caprotina ammonia* et des échinodermes. Ces pierres proviennent des montagnes environnantes, où ont été trouvés l'*Hemipneustes africanus*, des *Cyclolites elliptica*, l'*Hemiaster Fourneli*, et d'autres fossiles annonçant l'un des étages moyens de la craie tuffeau.

En reprenant son itinéraire au S.-S.-O., après avoir tourné le Djebel-Nifenser, M. Fournel rencontra le calcaire rose lacustre à *Helix* des environs de Constantine, puis un calcaire rougeâtre rempli d'Orbitolites (*O. lenticularis* de la Perte du Rhône). Au nord du camp de Bêtna sont des calcaires compactes, gris foncé, esquilleux, avec des bancs subordonnés remplis de *Caprotina ammonia.* Le plongement est d'abord au N., puis les couches redressées deviennent verticales, et, vers le pied de la montagne, les grès quartzeux, brisés et disloqués, occupent une position qui n'a pas été bien déterminée. Au sud-sud-est du camp, des calcaires gris foncé, compactes, esquilleux, et des calcaires bréchiformes, renferment le *Cyphosoma Delamarei*, l'*Hemiaster Fourneli*, une Natice et le *Pecten Leymeriei.* Après le col de la Bêtna, les calcaires compactes courent E., O. et plongent au S. Dans le défilé d'Alfouni, des bancs calcaires brun jaunâtre, à grain fin, sont remplis d'*Inoceramus Brongniarti*, *Crispii* et *striatus.* Des bancs de gypse y sont intercalés, puis viennent des calcaires compactes, rougeâtres, des masses de gypse blanc et des calcaires repliés avec *Hemiaster Fourneli*, *Ostrea dichotoma*, etc.

(P. 296.) Au bivouac de Mezâb-el-Messaï, les calcaires remplis d'Inocérames sont dirigés S.-O., N.-E. et inclinent au S.-E.; puis viennent des marnes gypseuses et des calcaires marneux compactes avec des empreintes de Ptérocères, des lamelles de gypse cristallisé, des filons et des géodes de chaux carbonatée, et une couche parfaitement oolithique pleine d'*Inoceramus striatus.* Dans les marnes et les calcaires marneux, on a recueilli l'*Hemiaster Fourneli* très abondant, et formant une véritable lumachelle; puis *Holectypus socialis*, *Natica Fourneli*, *Pterocera*, indét., *P. elongata*, *P. inflata*, *Cyphosoma Delamarei*, *Ammonites Fourneli*, *Nerinea pustulifera*, *N.* indét., *Ostrea tetragona*, *Trochus*, *Terebratula* et *Trigonia scabra.* Sur d'autres points aux environs, l'auteur signale des marnes et des cal-

caires, où il a rencontré l'*Ostrea elegans*, l'*Ostrea vesicularis*, et à peu de distance un calcaire dolomitique.

Sur les deux rives de l'Ouad-Fed'ala, M. Fournel a observé plusieurs échantillons de *Plicatula pectinoides*, Lam., fossile de la formation jurassique inférieure; et à l'Ouad-el-Kantara (K'ant'ra), il a trouvé l'*Exogyra flabellata*, une Huître et un échinide voisin du *Spatangus lacunosus*, Gold. Plus loin, dans la fente d'El-Kantara, près du pont romain (pl. 16, fig. 8), les calcaires gris, compactes, redressés, plongent au S. de 65°, et sont traversés par de grands filons spathiques. Les marnes placées dessous, et dont l'inclinaison est la même, renferment l'*Ostrea biauriculata* et une Hamite. La fig. 4, pl. 16 de l'oasis d'El-Kantara, montre les calcaires à Inocérames plongeant de 65° au S., et auxquels succèdent des marnes avec gypse et des bancs de gypse fibreux, blanc, alternant avec des bancs de gypse gris, le tout parfaitement concordant. Cependant la remarque de l'auteur, que les bancs à Inocérames reparaissent trois fois, peut faire présumer que la coupe n'est pas aussi simple que la figure semble l'indiquer. La fig. 7 est un profil de cette muraille, qui longe la plaine précédente, et où M. Fournel a trouvé, *Inoceramus Cripsii*, *I. striatus*, *I. Brongniarti*, *Arca ligeriensis*, *Voluta Guerangeri*, *Spondylus hystrix* et les espèces nouvelles suivantes : *Hemipneustes africanus*, *Hemiaster Fourneli*, *Cyphosoma Delamarei*, *Cardium sulciferum*, *Pecten tricostatus*, *Ostrea elegans*, *O. dichotoma*, *Fusus affinis*, *Pyrula cretacea*, *Pterocera*, *Turritella*, *Nucula? Pleurotomaria*, *Natica*.

(P. 307.) Au pied du versant méridional de l'Atlas, le long de la plaine d'El-Oust'-Aïa, des marnes de diverses couleurs, des poudingues, des gypses et des calcaires noirs présentent l'image du désordre le plus complet; désordre qui se reproduit sur le versant nord de ce chaînon. Tous les accidents que l'on observe, de distance en distance, dans un grand massif montagneux, se trouvent pour ainsi dire réunis en cet endroit. Néanmoins au point du versant sud, où les marnes disparaissent pour faire place au gypse, on voit sortir d'énormes bancs horizontaux de sel gemme, constituant une véritable colline de sel (Djebel-el-Mâlah), dont la surface est couverte d'une croûte de gypse salifère, formée de détritus entraînés par les eaux pluviales (pl. 19, fig. 1).

M. Fournel paraît s'être peu occupé des relations des roches dans lesquelles il n'a point rencontré de fossiles; ainsi ces marnes gypseuses, ces gypses, ces sels gemme, etc., qu'il a observés avec soin,

et que nous retrouverons pour ainsi dire à chaque pas, n'ont nulle part de position géologique bien déterminée. Il en est de même de ce qu'il dit (p. 309) de l'oasis d'Aïn-Drou'-eu et de la Zaouïa de Sidi-Khalîl, dont les monticules bordent le Sahara et la plaine de Biskra. Là sont des marnes gypseuses et des gypses remplis de gros blocs de quartz, des bancs de grès alternant avec des marnes pénétrées de gypse fibreux, des couches minces de quartz, des grès appuyés sur les marnes et plongeant au S., enfin des grès verticaux, et nulle part on ne voit indiquées les relations de ces diverses roches entre elles, ni leurs rapports probables avec les roches analogues décrites ailleurs. Il en est encore ainsi des dépôts semblables que l'auteur a rencontrés dans sa marche vers Machounêch, comme aux environs de ce village, et toujours sur le versant méridional de l'Aurès.

(P. 318.) Dans la troisième partie de la route de Constantine à Biskra, on traverse de petites chaînes courant E., O., et dont les couches plongent au N. Des marnes tertiaires gypseuses viennent s'appuyer contre elles. A l'ouest de Biskra, sortent encore de dessous les sables de la plaine des calcaires qui, plongeant au N., s'élèvent à 250 et 300 mètres au-dessus de son niveau. Aux environs de Bouchagroun (Bouchar'roum), ils forment une sorte de chaîne discontinue, composée de mamelons isolés; leur plongement est au S., et la coupe de la plaine d'El-Outaia (El-out-'Aïa) à Lichâna (pl. 19, fig. 3) montre la disposition de ces affleurements rocheux au-dessus des sables du Sahara.

Coupe de la Méditerranée à Biskra.

La figure 2 de la planche 20 de l'atlas de M. Fournel résume l'ensemble de ses observations, entre la Méditerranée et le Sahara. C'est un profil N., S. de Philippeville à l'oasis de Biskra. Ce profil principalement orographique, résulte du nivellement barométrique fait par l'auteur entre ces deux points. Il montre aussi les inflexions les plus importantes des grands systèmes de couches qu'on observe dans le même espace. A partir du niveau de la mer, les altitudes des principaux points sont celles des dépôts lacustres du camp de Smendou à 547 mètres, du Sidi-Msîd qui domine Constantine à 790, et de la K'as'ba, la partie la plus élevée de la ville, à 664 (1). Iagout', non loin des lacs salés, est à 880 mètres, et le point culminant de la coupe, qui est le col au sud du camp de Bêtna, atteint

(1) D'après la rectification indiquée, p. 404, car sur la coupe il y a 690 mètres.

1090 mètres. A partir de là, quoique les couches soient de plus en plus tourmentées lorsqu'on s'avance au S., les hauteurs diminuent jusqu'à Biskra, où le niveau général du Sahara, toutes rectifications faites, paraît être à 96m,83 au-dessus de la Méditerranée au lieu de 75 mètres (1).

Paléontologie.

A la fin du premier volume de la *Richesse minérale de l'Algérie* (p. 359), M. E. Bayle a inséré une note relative aux fossiles recueillis par M. Fournel, et dans laquelle il a mentionné les espèces déjà connues et décrit celles qui ne l'étaient pas encore. Ces dernières ont été figurées sur les planches 22 et 23 de l'atlas. Ces diverses espèces sont :

Ammonites consobrinus, d'Orb., *A. Fourneli*, Bayle, *Nerinea pustulifera*, id., *Fusus affinis*, id, *Pyrula cretacea*, id., *Voluta Guerangeri* *, d'Orb., *Pterocera inflata* * (*Pterodonta id.*, d'Orb.), *P. elongata* (*Pterodonta* *, id., d'Orb.), *Natica Fourneli*, Bayle, *Ostrea flabellata* *, d'Orb. (*Exogyra*, id, Gold.), *O. dichotoma*, Bayle, *O. elegans*, id. (*non O. id.*, Desh. (2)), *O. biauriculata* *, Lam., *O. tetragona*, Bayle, *O. vesicularis*, Lam., *Spondylus hystrix* *, Gold., *Plicatula pectinoides*, Desh., *Pecten Leymeriei*, d'Orb., *P. tricostatus* *, Bayle (*Janira alpina*, d'Orb.), *Inoceramus Cripsii* *, Mant., *I. Brongniarti* *, Park., *I. striatus* *, Mant., *Arca ligeriensis* *, d'Orb., *Trigonia scabra* *, Lam., *Cardium sulciferum*, Bayle, *Cyphosoma Delamarei*, Desh., *Holectypus serialis*, id., *Hemiaster Fourneli* *, id., *Hemipneustes africanus*, id.

M. Bayle conclut de la présence de la *Plicatula pectinoides*, que l'horizon de la couche à *Gryphæa cymbium*, rapporté par les uns au lias supérieur et par d'autres à l'oolithe inférieure, existe dans les calcaires de la rive gauche de l'Ouad-el-Kantara. Le *Pecten Leymeriei* étant douteux, l'*Ammonites consobrinus*, quoique seule, lui paraît aussi suffire pour admettre l'étage néocomien supérieur à Aïn-Boubouch, dans la province de Constantine. Les 13 espèces accompagnées d'un astérisque prouvent que le second et le troisième étages de la craie tuffeau du bassin de la Loire et du sud-ouest de la France sont ici représentés. Quant à l'*Ostrea vesicularis*, bien

(1) Note R, p. 409. — Voyez aussi : *Sur la possibilité d'établir une chaîne de puits artésiens à travers le désert, entre Biskra et Tuggurt, hauteur du désert à Biskra*, etc. (*Compt. rend.*, 1er semestre, nos 3, 12, 17, 1845). — *Richesse minérale de l'Algérie*, p. 342 et suiv.

(2) M. Deshayes a décrit depuis longtemps, sous le nom d'*O. elegans*, une espèce tertiaire du bassin de la Seine (*Description des coquilles fossiles des environs de Paris*, vol. I, p. 361, pl. 50, fig. 7-9, 1824).

que constante dans la craie blanche, nous ne la regardons pas comme exclusive à ce niveau, car nous la connaissons au-dessus et au-dessous. Enfin, 12 espèces seraient jusqu'à présent propres à l'Afrique.

On peut remarquer que dans cette liste ne figurent pas d'autres espèces citées dans le même pays, telles que la *Caprotina ammonia*, qui, dans le sud-est de la France et la Savoie, caractérise le second étage néocomien, et qui paraît être aussi associée à des Hippurites, puis le *Micraster cor-anguinum* et l'*Ananchytes ovata*, tous deux propres au groupe supérieur de la formation, ou descendant seulement dans le premier étage de la craie tuffeau, le *Pecten quinquecostatus* du second groupe avec la *Cyclolites elliptica*, l'*Orbitolites lenticulata* de la base du gault, etc.

Observations de M. Coquand.

Plus récemment, M. Coquand (1) a publié un tableau des terrains qu'il a observés dans la province de Constantine, mais le mémoire dont il fait partie, ou mieux dont il paraît être le résumé, ne nous étant pas connu, nous nous bornerons à reproduire la portion de ce tableau qui est relative à la formation crétacée. L'auteur ne semble pas mettre en doute que cette formation ne soit plus complète dans cette partie de l'Afrique qu'elle ne l'est sur aucun des points que nous avons étudiés jusqu'à présent, car nous ne connaissons pas encore de surface égale à celle que son travail embrasse, et où toutes les assises soient aussi exactement représentées. Quant à l'existence simultanée des quatre groupes, ce que nous avons dit de la Savoie, du Dauphiné, de la Provence, des Alpes maritimes, du Milanais et des provinces vénitiennes, ne rend pas en effet impossible leur réapparition dans la partie opposée ou méridionale du bassin méditerranéen. Nous mettons ici, en rapport avec notre propre classification, les divisions admises par M. Coquand.

1er groupe.	Craie supérieure	Calcaire à *Ostrea larva* et *Hemipneustes*. . .	Tebessa, Zaatka, El-Outaïa.
	Craie blanche. .	Calcaire blanc avec *Ostrea vesicularis* et *Ananchytes ovata* . .	Tebessa, El-Outaïa, Djebel-Abioud, Temlouk.

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IX, p. 340, 1852.

Groupe	Étage	Roches	Localités
2ᵉ groupe.	Craie tuffeau. .	Calcaire marneux . . .	Aïn-Zairin, Djebel - Abioud, Chepka.
	Craie chloritée .	Calcaire avec *Ammonites varians* et *Turrilites costatus*. . . .	Aïn - Zairin, O - Cheniour, Tebessa, Ouad-el-Kantara.
	Grès vert. . . .	Argiles et calcaires avec *Hippurites organisans*, *H. cornupastoris*, *Ostrea biauriculata*.	Aïn-Zairin, Ouad-Cheniour, Temlouk, Ouad-el-Kantara.
3ᵉ groupe.	Gault	Argiles et marnes. . .	Aïn Zairin, Ouad-Cheniour.
4ᵉ groupe.	Argiles à Plicatules	Argiles, marnes avec *Belemnites semicanaliculatus*, *Ammonites gargasensis*	Aïn-Zairin, Ouad-Cheniour, Chepka, Constantine.
	Calcaires à *Caprotina ammonia*	Calcaire à *Caprotina ammonia*	Aïn Zairin, Constantine.
	Calcaires néocomiens.	Calcaires, marnes et grès avec *Belemnites dilatatus*, *Ammonites Astierianus*, minerai d'antimoine oxydé. .	Aïn-Zairin, Ouad-Cheniour, Djebel-Hamimat.

§ 4. Provinces d'Alger et d'Oran.

Observations diverses.

Les roches désignées et réunies par M. Renou sous le nom de *terrain crétacé inférieur*, et qui, comme on l'a vu, comprennent, par places, des dépôts tertiaires anciens, puis accidentellement des couches jurassiques dans la province de Constantine, se continuent dans celle d'Alger, dont elles occupent toute la partie orientale, y compris le massif du Jurjura (Djerjera) jusqu'à la côte. La vallée du Cheliff partage cette grande zone principalement crétacée en deux bandes : l'une au N., prolongement du Jurjura, circonscrit au S. la plaine de la Metidja (Mtidja) et le massif ancien d'Alger pour rejoindre la côte à Râs-el-Amouche et se continuer à l'O. jusqu'au Râs-el-Khemîs; l'autre au S. se suit sans interruption jusque dans le Maroc. Recouvertes en partie dans la province d'Oran par les sédiments tertiaires moyens et supérieurs, les roches crétacées de la bande nord se relèvent sur la côte, entre Arzeu (Arziou) et le cap

Lindeles, puis interrompues un instant par les basaltes d'Aïn-Tmoutchent, elles reparaissent encore au delà.

Chaîne de Mouzaïa.

Puillon Boblaye (1), qui associait à la formation crétacée toutes les assises de macigno, de marnes à Fucoïdes, de grès et de calcaires à Nummulites que nous avons reportées au terrain tertiaire inférieur, y réunissait aussi les véritables couches crétacées situées à l'est et au sud de la Metidja, enfin les montagnes qui bordent au S. la vallée du Cheliff, comme les monts Righa et Zachar, au-dessus de Milianah, qui atteignent 1500 et 1600 mètres d'altitude. Il supposait en outre que les chaînes des Beni-Sallah et de Mouzaïa pouvaient appartenir au lias. Il a donné une description sommaire de cette dernière en signalant, vers le col de Teniah, une vallée d'élévation de trois lieues de long, et, qui offrait, à une altitude de 1200 mètres, un lac entouré de belles forêts. Il a également mentionné les filons de fer carbonaté cuprifère, et, dans l'alignement de la crête de Mouzaïa, un filon très riche de fer oligiste. Un autre filon, composé de divers minerais de fer (hématite, oligiste, hydroxydé, résinoïde), traverse la montagne à l'est de Milianah. Non loin du haut fourneau établi pour son exploitation, est un filon de feldspath blanc, grenu, avec quelques paillettes de mica. Vers le haut de la montagne, l'influence de ce filon a changé le calcaire marneux en dolomie jaunâtre, avec fer oligiste micacé. Milianah, qui est à 800 mètres au-dessus de la mer, possède beaucoup de sources thermales sur le revers opposé de la montagne, et d'anciens travertins forment la terrasse élevée qui supporte la ville.

Lorsqu'on monte au col de Teniah (Tnîa), dans la chaîne de Mouzaïa (Mouzâïa), dit M. Renou (2), les premières roches en place que l'on rencontre, au-dessus des débris roulés sur les pentes inférieures, sont des brèches calcaires très solides, avec des fragments de grandes Huîtres et un grès argileux rouge, très fin, friable, avec des empreintes de Peignes et d'Inocérames ; puis viennent des calcaires compactes, gris ou jaunâtres, dirigés comme la chaîne et plongeant fortement au S. Ces roches sont semblables à celles que nous avons vues aux environs de Tachouda et de Djemilah au nord-est de Setif, et l'on y trouve quelques fossiles. A moitié chemin du col sont des marnes verdâtres, assez dures, des marnes violettes

(1) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 348, 1840.
(2) *Description géologique de l'Algérie*, p. 84, et pl. 3, fig. 23, in-4°, 1848. — *Ann. des mines*, 4e série, vol. III, p. 63 et 184.

dont la texture est amygdaloïde, et des calcaires compactes subordonnés. Ces couches sont traversées par des filons minces de fer carbonaté. Au-dessus est une masse puissante de marnes noires, alternant avec des calcaires compactes, et dont la ressemblance avec ceux de la province de Constantine est partout frappante. Le mamelon qui domine le col de Teniah est encore formé par une grande assise de calcaire compacte, rempli de fossiles également peu déterminables (Huîtres, Peignes, Turritelles, etc.), et qui est le prolongement de celui des crêtes de Mouzaïa, situées à une lieue à l'E.-N.-E. La direction des couches est E. 15° à 18° N., et le plongement de 80° au S. (1). Les marnes se divisent en feuillets dirigés comme les strates, et inclinant sous le même angle, mais en sens inverse. M. Rozet (2) en 1830, et plus tard Boblaye, avaient rapporté aux lias cet ensemble de marnes et de calcaires.

Filons cuprifères de Mouzaïa.

Lorsqu'on redescend au sud du col, on marche sur les couches précédentes jusqu'au bois des Oliviers, et un peu au nord de celui-ci viennent affleurer de gros filons de fer carbonaté qui, plus résistants et plus solides que la roche encaissante, forment des espèces de murailles irrégulières, élevées de quelques mètres au-dessus du sol. Ces filons, au nombre de 6 ou 8, parallèles dans un intervalle de quelques centaines de mètres, sont composés de fer carbonaté brun, très pur, au milieu duquel se trouve une grande quantité de cuivre gris et de baryte sulfatée. Le minerai de cuivre, qui se sépare nettement du fer carbonaté, paraît constituer des filons dans la masse. On sait que la première indication de ce gîte métallifère remarquable est due à M. Rozet, qui accompagnait la première expédition que firent les Français au sud de l'Atlas. Récemment, M. A. Bu-

(1) La recherche des eaux jaillissantes, dans les couches secondaires de l'Atlas qui passent sous le sol de la Metidja, a très peu de chance de succès, dit M. Ville (*a*), car les couches plongent en général au S.-E. ou au S.-O. La très grande partie des eaux pluviales s'écoule dans ces directions ou au S. et une très faible seulement sous les dépôts récents de la plaine située au nord. Ajoutons à cette disposition les dislocations nombreuses des strates, qui ne permettent aucune filtration régulière des eaux, et l'on aura la conviction de l'inutilité de ce genre de recherches dans le plus grand nombre des cas.

(2) *Journal de géologie*, vol. III, p. 360, 1830.

(*a*) *Recherches sur les roches, les eaux, etc., de la province d'Oran et d'Alger*, p. 230, 246 et 248, in-4, 1852.

rat (1), guidé par les renseignements de M. Pothier, en a donné une description très satisfaisante à laquelle nous empruntons ce qui suit :

(P. 31.) « Les filons sillonnent trois contre-forts successifs qui se » détachent de l'Atlas et forment ainsi trois groupes successifs, qui » sont : 1° le groupe des filons d'Aumale et de Montpensier ; 2° celui » des filons d'Isly ; 3° celui des Oliviers. Considérée dans son en- » semble, la ligne générale de ces filons suit une direction ondulée » et grossièrement parallèle aux crêtes de l'Atlas ; par conséquent, » elle en coupe perpendiculairement les contre-forts. Au groupe » d'Aumale la direction est N.-O., S.-E. ; au groupe extrême des » Oliviers elle est E., O. Les filons sont inclinés de 70° à 80°, sou- » vent même verticaux.

» Le développement de ces filons, dans un terrain argileux, met » en relief, non seulement leur allure, mais encore tous les détails » de leur composition, par le contraste avec les roches encaissantes. » L'ensemble de la composition se réunit aux conditions de direc- » tion et d'allure pour les attribuer tous à une seule et même forma- » tion. Le remplissage est dû partout au fer spathique et à la baryte » sulfatée ; le minerai est partout le cuivre gris, mais l'importance » relative des gangues et des minerais, ainsi que leur nature miné- » ralogique, présentent des variations notables dans les groupes ex- » trêmes. Les filons d'Aumale et de Montpensier, qui composent le » premier groupe, sont traversés par le chemin qui conduit du col » de Mouzaïa au bois des Oliviers. Ils forment deux lignes d'affleu- » rement, saillantes et parallèles, qui, des hauteurs du contre-fort, » descendent jusqu'au fond de la vallée (2). A ces deux filons prin- » cipaux on peut rattacher les filons Bourjolly, qui se trouvent plus » bas, et quelques autres encore, de moindre importance, qui ser- » pentent autour d'eux et viennent se souder aux artères princi- » pales en les quittant sous des angles prononcés. Il y a même de ces » petits filons subordonnés qui suivent une direction N., S. »

La puissance des filons les plus considérables ne dépasse pas un

---

(1) *Études sur les mines (supplément), Description de quelques gîtes métallifères de l'Algérie.* In-8°, 1846.

(2) Voyez, en tête du mémoire de M. Burat, un charmant dessin des affleurements des deux filons exploités au-dessous du col de Mouzaïa. A l'O. est le plateau des Réguliers, à l'E. le bois des Oliviers, et vers le S. on voit le Djebel-Nador s'élever à l'horizon.

mètre et elle se réduit quelquefois à $0^m,2$ ou $0^m,3$. Les filons latéraux, de $0^m,20$ à $0^m,30$, se réduisent à quelques centimètres. Lorsqu'ils sont concordants avec la stratification, ils forment des plaques dans la roche encaissante. Le fer spathique cristallin, jaune clair, fendillé, est la roche dominante. Le cuivre gris y est disséminé en particules très fines. La baryte sulfatée, blanche, lamelleuse, est mélangée au fer spathique, et son développement isolé paraît exclure le minerai de cuivre. Le cuivre gris est fort irrégulièrement réparti dans la roche; le plus souvent il constitue des veines subordonnées au fer spathique. Les minerais sont distribués en colonnes verticales, séparées par des colonnes stériles, et comme celles-ci sont les moins puissantes et correspondent à des dépressions des affleurements, à la surface du sol, l'examen de cette dernière suffit pour faire prévoir les points où le filon sera riche ou pauvre.

Les filons du groupe d'Isly sont moins importants que les précédents, mais ceux du contre-fort qui domine le bois des Oliviers constituent un faisceau qui se rapporte à un même axe, pour former ce que les mineurs allemands nomment *Zug*. Ces filons, lorsqu'ils se réunissent en une seule masse, acquièrent une épaisseur totale de 4 à 6 mètres, et présentent, sur le versant du contrefort occidental, une muraille de 6 mètres de haut. Les affleurements, qui commencent à la base même de l'escarpement, s'élèvent, sur une pente de 40°, jusqu'à près de 200 mètres, et l'on peut les suivre sur plusieurs kilomètres de long. La puissance des veines de cuivre gris, intercalées dans le fer spathique et la baryte sulfatée, dépasse 1 mètre sur plusieurs points; aussi peut-on dire, ajoute M. Burat, que ce gisement, plus puissant qu'aucun de ceux de même nature qui sont exploités en Allemagne et en Hongrie, doit être considéré désormais comme le mieux caractérisé et le plus classique.

Les cuivres gris, dont les filons de Mouzaïa offrent le plus grand développement connu, n'appartiennent pas tous à la même espèce. On y trouve, à l'état cristallin, le cuivre gris antimonifère ou panabase : c'est le minerai dominant aux Oliviers; puis la tennantite, ou cuivre gris arsénifère, qui paraît dominer dans les filons d'Aumale et de Montpensier.

L'isolement absolu du cuivre gris, par rapport aux autres minerais de ce métal, est ici un fait remarquable, car on n'a observé aucune trace de cuivre pyriteux ou panaché, ni de sulfure de cuivre, et, quant aux carbonates et aux arséniates, ce sont des produits de

décomposition tout à fait superficiels qu'on ne retrouve pas dans les travaux. Ces filons de Mouzaïa doivent être d'ailleurs rangés parmi les filons fentes; ce sont des gîtes essentiellement réguliers, remplis plus ou moins rapidement et successivement, mais point à la manière des dykes trappéens.

L'existence de fragments et de blocs roulés d'un diorite vert, avec des lamelles de fer oligiste, dans le lit de l'Ouad-Mouzaïa, fait supposer que leur gisement primitif peut exister dans la masse même du pic de ce nom, qui est l'un des points culminants de l'Atlas (1597 mètres). Cette roche y formerait alors des dykes, dont l'apparition aurait contribué au soulèvement de la chaîne. Les diorites seraient ainsi liés aux gîtes métallifères qui en suivent la crête et qui doivent être peu postérieurs à son soulèvement. Ces roches ignées, d'après M. Burat, auraient aussi exercé une action métamorphique énergique à l'est du pic de Mouzaïa, où les schistes argileux, qui succèdent aux argiles schisteuses de l'ouest, ne seraient qu'une modification de ces derniers. Enfin, la route de la Chiffa, qui conduit de Blidah à Medeah, est en grande partie taillée dans ces schistes ardoises où, sur 24 kilomètres de long, on n'a trouvé aucun fossile déterminable.

Aux trois groupes de filons cuprifères que nous avons énumérés et caractérisés, M. Ville (1) ajoute ceux de Nemours et de Joinville. Le groupe de Nemours, situé sur la rive gauche de l'Ouad-Mouzaïa, à un kilomètre au nord du village, se compose de deux systèmes principaux de filons qui se réunissent à peu de distance du point culminant des travaux entrepris sur ce groupe. Ces deux systèmes de filons, connus sous les noms de *filon nord* et de *filon midi*, ont fourni la plus grande partie du minerai, extrait jusqu'à

(1) *Recherches sur les roches, les eaux et les gîtes minéraux des provinces d'Oran et d'Alger*, p. 324, in-4. Paris, 1852.—L'auteur (chap. I, p. 4, et sur la carte) réunissant, sous une même teinte et la dénomination commune de *terrains secondaires*, les roches jurassiques et crétacées, nous ne puiserons dans son ouvrage, très précieux d'ailleurs et rempli d'excellents détails pétrographiques, minéralurgiques, économiques, architectoniques, etc., qu'un petit nombre de faits locaux qui paraissent appartenir à la formation crétacée. L'expression de *terrain crétacé inférieur*, dont il se sert souvent aussi pour désigner les couches qu'il rapporte à la craie, n'ayant aucun sens déterminé pour nous, ne peut aucunement nous éclairer sur leur véritable niveau.

présent. Leur épaisseur est variable, mais on peut estimer la moyenne à 4 mètres pour la partie métallifère. Le cuivre gris s'y présente en veines de 0^m,30 à 0^m,50 d'épaisseur, avec des rétrécissements et des renflements. L'un de ces derniers accidents a présenté une épaisseur de 7 mètres de minerai sans gangue, renfermant 40 p. 100 de cuivre métallique.

Le groupe de Joinville, situé à l'est du précédent, consiste en un amas de sulfate de baryte et d'hydroxyde de fer, contenant des veinules très multipliées et très irrégulières de cuivre gris. C'est plutôt un stockwerk, encaissé dans des argiles schisteuses, qu'un système de filons proprement dits. On voit encore affleurer, dans les gorges de l'Ouad-Mouzaïa, en amont du plateau des Oliviers, un filon composé de pyrite de cuivre, de carbonate de fer et de carbonate de chaux. Ce filon est très rapproché des diorites du pic de Mouzaïa.

Après avoir exposé les nombreuses observations qu'il a faites sur les conditions de ces mines, sur leur exploitation, le traitement et la qualité des minerais, leurs rapports, etc., puis indiqué quelques autres gisements cuprifères dans le voisinage, tels que ceux de l'Ouad-Merdja, de Sidi-Madani, du pic des Beni-Sala, de l'Ouad-Kebir, de Dalmatie et de Soumah, M. Ville (p. 356) présente un coup d'œil d'ensemble sur ces divers gîtes cuivreux du district de Blidah, qui constitueraient, suivant lui, deux groupes principaux bien distincts. Les uns sont essentiellement formés de pyrite de cuivre, à l'Ouad-Merdja, à l'Ouad-Kebir et à Dalmatie; les autres, essentiellement composés de cuivre gris, à Mouzaïa et à Soumah, c'est-à-dire aux extrémités est et ouest de la zone métallifère qui, dans cette région de l'Atlas, s'étend sur une longueur de 28 kilomètres.

Pour déterminer la formation géologique à laquelle appartiennent les argiles schisteuses grises, très dures, qui contiennent les filons du district de Blidah, l'auteur (p. 358) a étudié les couches qu'il a rencontrées d'abord le long de la route qui monte au col de Teniah, sur le versant nord de l'Atlas, puis en descendant du col de Mouzaïa, vers le village des mines, et en suivant enfin le cours du Bou-Roumi, pour remonter des mines au sommet du pic culminant de Mouzaïa, etc. Partout, il a noté avec le plus grand soin la direction et l'inclinaison des strates, et en combinant ces données il est arrivé à reconnaître que les accidents se groupent assez bien autour de deux directions principales, l'une E. 64° N., qui correspond à celle du soulèvement des Alpes occidentales, suivant M. Élie de Beaumont, l'autre E. 16° N., qui serait

celle du soulèvement des Alpes orientales. Les directions E. 41° S. et E. 46° S., qu'on y observe aussi, sont géographiquement très éloignées l'une de l'autre, et résulteraient d'accidents locaux. M. Ville conclut qu'on ne trouve dans les couches secondaires de cette partie métallifère de l'Atlas aucune trace des soulèvements antérieurs à ceux qui ont eu lieu pendant les dépôts tertiaires.

« Si les fentes qui ont produit les nombreux filons des districts » de Tenès et de Blidah, poursuit le même savant (p. 361), oscil» lant autour de la direction E. 40° N., sont dues au soulèvement » de la Côte-d'Or, on doit en induire que les terrains secondaires de » ces districts appartiennent, du moins en partie, à la formation » jurassique. M. Burat les a rapportés à la formation crétacée. » Comme les fossiles de ces terrains sont peu nombreux, et que » nous n'en avons pas fait une étude suivie, nous ne pouvons nous » prononcer sur cette question. »

Région au sud de Medeah.

M. Renou (1) signale, entre le col de Teniah et les mines de cuivre, un amas de gypse blanc avec anhydrite, intercalé dans les couches crétacées, comme tous ceux que nous avons cités dans la province de Constantine. Les marnes grises crétacées se montrent encore au delà du bois des Oliviers ; mais, peu après, une argile grise, couronnée de grès jaunâtre, à grain fin, compose la partie supérieure de la montagne de Nâd'our, représentant le terrain tertiaire moyen (*antè*, vol. II, p. 1003) qui, de ce point, s'étend au S. vers Berouaguia (Berouâguîa). Après ce village reparaissent des marnes bleuâtres ou noirâtres, presque partout gypseuses, suivant un rapport de M. Bonduelle, et alternant avec des calcaires marneux gris et inclinés de 45°. L'auteur mentionne encore ici l'association, au moins singulière, si elle est vraie, du *Spatangus cor-anguinum* et de l'*Inoceramus Cuvieri* avec l'*Exogyra aquila*, puis des fragments de Pernes, de Bélemnites et d'Ammonites.

Au sud de Boghar (Bou-K'âr), les derniers reliefs du sol montrent encore les mêmes caractères ; mais ils tendent à se rapprocher

(1) *Description géologique de l'Algérie*, p. 86, pl. 3, fig. 13. — M. Nicaise (*a*), qui probablement ignorait tout ce qui avait été publié depuis vingt ans sur ce sujet, a donné une coupe transversale du petit Atlas, qui n'a aucun rapport avec ce qu'ont vu ses prédécesseurs. La disposition étrange qu'affectent les strates de cette coupe peut faire penser que l'auteur ne l'a point comprise.

(*a*) *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 263 ; 1851.

de ceux de la craie de l'Europe. Ce sont des calcaires blancs, tachants, rappelant la craie blanche, renfermant des lits irréguliers de silex pyromaques noirs, quelquefois de 0^m,50 d'épaisseur. L'*Exogyra columba* paraît y être très répandue, et, en deçà de Serguîn, le *Pecten quinquecostatus* et l'*Ananchytes ovata* ont été rencontrés.

Sel gemmé du Djebel-Sahary.

Les salines du Djebel-Sahary, près du lac Zagrez (Zâr'ez), sur le chemin de Zaccar (Zakkar), fournissent tout le sel consommé par les tribus indigènes du centre de l'Algérie, et sont en quelque sorte inépuisables. Le sel gemme très pur y est subordonné à des marnes crétacées et accompagné de gypses. Il y constitue un gisement tout à fait comparable à ceux de Milah et du Tchatabah.

M. H. Fournel (1) décrit comme il suit ce gisement intéressant:

« Le Djebel-Sahary (Sahari), dit-il, est une montagne de sel, » située au delà de la limite méridionale du Tell, à 52 lieues au sud » d'Alger. Elle a environ une lieue de tour et 200 mètres de hau- » teur. Elle est enclavée dans des marnes gypseuses vertes, grises, » lie de vin, qui offrent le plus grand désordre et appartiennent à la » formation crétacée. Au milieu des roches qui la constituent, on » trouve, abondamment répandus, des cristaux de fer sulfuré et » des paillettes de fer titané d'un noir très brillant. Les flancs déchi- » rés de la montagne, couverts d'éboulements, sont presque partout » taillés à pic, ce qui rend son accès difficile, particulièrement sur » son versant méridional, dont le pied est baigné par un large ruis- » seau (l'Ouad-Melah), qui mine incessamment sa base. D'un assez » grand nombre de points de cette montagne, on voit jaillir des » sources plus ou moins abondantes dont les eaux, comme on doit » s'y attendre, sont complétement saturées. Elles sont d'une lim- » pidité parfaite et déposent sur le bord de leur lit des croûtes » salines très blanches, qui souvent vont d'un bord à l'autre en for- » mant une sorte de pont.

» Quelques unes des sources salées sortent des fissures de la » roche; les autres débordent de grands puits arrondis, dont la » largeur est parfois de 4 à 5 mètres. Ces puits, dont on ne peut » mesurer la profondeur, se rencontrent à chaque pas dans toute » l'étendue de la montagne et jusque sur les points les plus élevés; » mais la plupart sont aujourd'hui taris. Leur forme est cylindrique;

(1) *Mémoire sur les gisements de muriate de soude de l'Algérie* (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. IX, p. 541; 1846).

» leurs parois, incrustées d'une épaisse couche de sel, sont rayées
» de cannelures verticales très étroites; tous s'enfoncent à une pro-
» fondeur inconnue. Toutes les sources dont on vient de parler
» vont déverser leurs eaux dans l'Ouad-Melah, et il en résulte que
» l'eau de ce ruisseau, qui est d'une excellente qualité dans la pres-
» que totalité de son cours, n'est plus du tout potable au moment
» où il arrive à côtoyer le Djebel-Sahary. »

« L'Ouad-Melah et une multitude d'autres ruisseaux vont se je-
» ter dans un vaste lac qu'on nomme Zagrez, et qui se trouve à
» 5 kilomètres environ de la montagne de Sel. De loin il présente, à
» s'y méprendre, l'aspect d'une grande nappe d'eau. En avril 1844,
» le lac Zagrez, qui n'a pas moins de 12 lieues de long, était uni-
» quement formé d'une immense croûte de sel, dont la surface, po-
» lie comme une glace, avait produit de loin l'illusion complète
» d'une nappe d'eau. Ce sel a une composition à peu près identique
» avec celui du Djebel-Sahary, ce qui n'est pas étonnant, puisque le
» sel du lac n'est autre que le sel enlevé de la montagne.

» L'épaisseur de la couche de sel va en augmentant des bords du
» lac, au centre, où elle est de $0^m,70$. Dans toute l'étendue de la masse,
» ce sel, entièrement exempt de matières étrangères, est d'une blan-
» cheur parfaite et de très bonne qualité. Le lac de Zagrez a au
» moins douze lieues de long et deux lieues de largeur moyenne; si
» l'on suppose que, dans toute son étendue, l'épaisseur moyenne
» du sel est de $0^m,33$, il y aurait 127 millions de mètres cubes de
» sel, pesant environ 250 millions de tonnes. »

Le village de Zaccar, situé presque au centre de la principale chaîne du nord de l'Afrique, se trouverait sur des calcaires grisâtres, durs, compactes, dont les fossiles, quoique imparfaits, tendraient à les faire rapporter à la formation jurassique (1). Tout le massif du Djebel-'Amour serait à la fois jurassique et crétacé, ainsi que la plus grande partie du bassin du Cheliff. Mais, comme on a pu le pressentir, les montagnes qui bordent au sud la Metidja doivent être presque entièrement crétacées. Le gisement des minerais de plomb de l'Ouaransenis ne paraît pas être encore bien connu.

Environs de Cherchell.

Si nous nous reportons actuellement au nord pour étudier la bande secondaire qui forme la côte, nous verrons qu'autour de Cherchell les couches marneuses et arénacées de la craie se présentent

(1) Renou, *Description géologique de l'Algérie*, p. 89.

encore avec la plupart des caractères que nous leur avons reconnus au col de Teniah et dans la chaîne de Mouzaïa, de même qu'aux environs de Setif, de Constantine, du camp de Toumiât, etc. Toutes les couches plongent de 45° au S.; mais, près de Cherchell même, on observe un pendage de 20° à 30° au N. (1). Au cap Zizerim, situé à un kilomètre au nord-est de la ville, les couches ont été modifiées par la présence d'une dolérite, peu reconnaissable elle-même à cause de sa complète altération et de la désagrégation qui en a été la suite. Les marnes grises sont devenues des roches blanchâtres et violacées très dures, renfermant quelquefois des paillettes de fer oligiste (*antè*, vol. III, p. 532).

Environs de Tenès. Toutes les montagnes situées entre Cherchell et Tenès, et dont les sommets atteignent 800 à 1000 mètres, semblent être composées de calcaires compactes et de marnes grises crétacées. Le Râs-Nâk'ous, cap voisin de la seconde de ces villes, en est également formé, et il en est de même jusqu'aux environs d'Orléansville au S., et vers l'embouchure du Cheliff à l'O.

Les grès de la partie septentrionale de la province de Constantine, que nous avons rapportés au terrain tertiaire inférieur, et regardés comme représentant le macigno des Apennins, les schistes et calcaires à Fucoïdes ou flysch des Alpes, ont été signalés par Boblaye à la montagne d'Ammal, à 40 kilomètres au sud-est d'Alger; et, de son côté, M. A. Burat (2) les mentionne avec des argiles dans la carrière du Vieux Tenès, d'où les Romains ont tiré la plus grande partie de leurs matériaux de construction. Ainsi que ses prédécesseurs, ce savant rapporte le tout à la craie, et le parallélisme qu'il établit avec les dépôts contemporains des côtes opposées de la Méditerranée est sans doute exact, quoique les déductions chronologiques générales ne le soient pas, suivant nous. Aux environs de Tenès, ces argiles et ces grès sont recouverts par de puissants dépôts marins quaternaires.

Gisements métallifères. Quant aux gîtes métallifères de cette localité, ils consistent en filons de fer spathique, traversant les grès et les argiles. Leur épaisseur varie de 0m,30 à 1 mètre. Les parties supérieures des affleurements sont composées d'oxyde de fer, résultant de la décomposition des carbonates. Ceux-ci sont par places pénétrés de pyrite

---

(1) Renou, *loc. cit.*, p. 91, plan des environs de Cherchell, pl. 3, fig. 24.— Coupe N., S., passant par Cherchell, *ib.*, fig. 25; coupe N.-O., S.-E., *ib.*, fig. 26.

(2) *Études sur les mines, supplément*, p. 16, in-8°, Paris, 1846.

cuivreuse, de cuivre gris et même de galène en veines, en veinules et en particules disséminées. Les principaux filons dirigés N, S. sont verticaux, avec des ramifications latérales formant une sorte de réseau dans la roche. Les filons se montrent surtout au nord-est de Tenès, sur les dernières pentes des montagnes du cap. On connaît encore, dans le Djebel-Robaïm, des filons cuprifères qui établissent une sorte de liaison avec ceux de Mouzaïa; de sorte que le phénomène se serait manifesté sur des points distants d'au moins 150 kilomètres, en donnant lieu à des produits semblables et contemporains dans toute cette étendue. Nous ferons remarquer seulement que, d'après les données précédentes, les filons de Tenès se seraient élevés dans des couches moins anciennes que celles qui renferment ceux de Mouzaïa.

Nous emprunterons encore à l'ouvrage de M. Ville (1) quelques détails sur les gîtes métallifères de ce district. Le Djebel-Haddid, ou montagne de Fer, est un mamelon conique, situé à 6 kilomètres au sud-ouest de Tenès, et servant de contre-fort au Djebel-el-Fedj. Il est circonscrit par les ravins qui débouchent dans l'Ouad-Arour. Deux grottes ont été taillées en plein minerai, à des niveaux différents et à 300 mètres l'une de l'autre. Le minerai est un mélange d'hydroxyde et de carbonate de fer, et il est probable que la première de ces espèces n'est que le résultat de la décomposition de la seconde par l'action de l'eau. Le minerai de la première grotte est un amas de 3 mètres d'épaisseur, intercalé au milieu de calcaires cristallins, gris blanchâtre, et non en filons coupant les strates. La grotte inférieure, située près de l'Ouad-Sidi-Saïd, de 10 mètres de long sur autant de large, et de $2^{m},50$ de hauteur, est creusée dans un amas de carbonate de fer hydroxydé, subordonné à des grès quartzeux, qui forment le toit, et à des argiles schisteuses qui forment le mur. Ces deux excavations servent aujourd'hui d'écurie et d'habitation aux Arabes. D'autres gîtes de fer existent sur la rive gauche de l'Ouad-Rouina, aux environs de Milianah, etc.

(P. 302.) Les minerais de cuivre des environs de Tenès ont été exploités par les anciens, et ils sont l'objet de nouveaux travaux, répartis dans trois concessions principales, celle d'Ouad-Allelah, celle de l'Ouad-Taffilès qui comprend des minerais de cuivre, de fer et

---

(1) *Recherches sur les roches, les eaux, etc., des provinces d'Oran et d'Alger*, p. 279. In-4. Paris, 1852.

de plomb, comme la troisième, celle du cap Tenès. D'autres filons cuprifères ont été reconnus dans le Djebel-Haddid, sur le revers sud du Djebel-Mraddera, auprès de Sidi-Boasi, sur le Kel-el-H'mam, etc. Or, ces divers gîtes de cuivre se trouvent à très peu près dans les mêmes conditions; ils sont formés, pour la plupart, de filons de carbonate de fer plus ou moins décomposé, servant de gangue à des veines de pyrite cuivreuse de 0m,01 à 0m,02 d'épaisseur, avec quelques renflements qui atteignent rarement 0m,20. Quelques uns renferment du cuivre gris, de la galène et de la blende en petite quantité. Le filon de Sidi-Boasi est le seul où le cuivre gris constitue l'élément dominant. Parfois le carbonate de chaux et la dolomie sont associés dans la gangue au carbonate de fer.

Les filons de ce district sont en très grand nombre; ils ont des directions très variables que l'auteur réunit dans quatre groupes principaux, qui suivent à quelques degrés près les directions suivantes: E. 40° N., direction du système de soulèvement de la Côte-d'Or; N.-N.-O., celle du soulèvement du mont Viso; N., S., celle du soulèvement de la Corse et de la Sardaigne; et E. 64° N., celle du soulèvement des Alpes occidentales; de sorte que ces filons appartiendraient à des époques très différentes. Quant à leur richesse, suivant leur âge présumé, elle est également très variable dans chaque catégorie. En général, ils sont fort inclinés, plongent tantôt au N.-O., tantôt au S.-E., et leur épaisseur varie de 0m,10 à 0m,70. Ils s'amincissent et se perdent dans les roches encaissantes, qui sont principalement les argiles schisteuses grises, et quelquefois les grès quartzeux qui courent de l'E. 49° N. à E. 41° S. avec un plongement généralement au S.

(P. 268.) Des indices de combustible inexploitable ont été observés près de Tenès, dans les gorges de l'Ouad-Allelah; puis au sud du Fondouk, au pied du plateau du poste d'Aumale, etc., presque toujours dans des argiles pyriteuses secondaires.

Les roches des environs de Tenès, les plus basses géologiquement, constituent les points culminants du pays, tels que la montagne du Cap, qui atteint brusquement 640 mètres d'altitude, et qui est composée de calcaires compactes jaunâtres, à cassure lithographique, souvent veinés de calcaire spathique. Sa stratification est peu nette, et ses assises ont été rapportées par M. Burat au groupe néocomien, d'après les caractères pétrographiques des roches comparées à celles de la Provence. Au-dessous régneraient encore de puissantes masses de conglomérat.

Environs d'Arzeu.

Au cap Ferrate, près d'Arzeu (1), les filons de fer oligiste micacé sont connus depuis longtemps. Ils sont dans des argiles schisteuses grises dirigées N. 20° E., et plongeant au N.-O. Les filons nombreux plongent au N.-E., sous un angle de 70°. Leur épaisseur est de $0^m,02$ à $0^m,03$, et ils sont espacés de 2 en 2 centimètres, sur une grande étendue. Ils sont composés de quartz, de chaux carbonatée ferrifère, et le fer y est disséminé en paillettes.

Environs d'Oran.

Les couches les plus anciennes des environs d'Oran sont encore des marnes schisteuses, des calcaires compactes et des grès sans fossiles, que M. Renou (2) semble plus disposé à rapporter à la formation crétacée qu'à la formation jurassique, quoique ne se prononçant pas définitivement à cet égard. Près, et dans la ville même, les bancs verticaux courent O. 10° à 12° N. Au fort de la Moune, et plus loin, des calcaires caverneux et des schistes verts et violets alternent un grand nombre de fois. A 1200 mètres du fort, des calcaires compactes offrent les teintes les plus variées. L'assise principale, qui affleure sur beaucoup de points, est un calcaire qui renferme des dolomies gris bleuâtre, à grain très fin, sous le fort Sainte-Thérèse; elle existe complétement développée à l'ouest d'Oran, et elle supporte le fort Sainte-Croix. La roche est, en général, d'une teinte noire uniforme. A 6 kilomètres à l'ouest du fort de la Moune, le calcaire est changé en un gypse saccharoïde blanc que l'on exploite. Le fort de Mers-el-Kebir repose sur un calcaire noir, semblable à celui du fort Sainte-Croix. D'énormes failles, qui ont dérangé en divers sens tout ce massif secondaire, apportent de grandes difficultés pour replacer les couches dans leurs rapports originaires. On observe encore, outre ces dislocations, des filons de roches éruptives, et dans la ville même, au fond du ravin, comme à peu de distance de la mer, on remarque les veines de fer oligiste dont nous avons parlé (*antè*, vol. III, p. 532).

M. Ville (3) mentionne à Mers-el-Kebir, sur le bord de la mer,

---

(1) Ville, *loc. cit.*, p. 278.

(2) Renou, *loc. cit.*, p. 97, pl. 3, fig. 27; pl. 4, plan et coupes, fig. 28, 29 et 33.— Voyez aussi : Ayraud, *Notice sur les recherches de sources jaillissantes et superficielles dans la province d'Oran et dans les environs d'Alger*, mise en ordre par M. Le Blanc (*Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 222, avec carte, 1844). — Rozet, *Ann. du Muséum*, pour 1834, et *Description du pays parcouru par l'armée française en Afrique en* 1833.

(3) *Loc. cit.*, p. 275.

au milieu du calcaire, un affleurement de carbonate de fer hydroxydé peu important, et aux environs de petites veines de fer oligiste micacé. A 13 kilomètres, au nord-ouest d'Oran, près de la montagne des Lions et le long de la plage, est encore un amas lenticulaire de carbonate de fer légèrement décomposé, subordonné à des argiles schisteuses vertes et à des calcaires schisteux. Sa puissance moyenne est de 5 mètres, et sa longueur de 40. Il est dirigé N. 15° E. comme les roches encaissantes, et plonge au S. sous un angle de 50° à 60°. Le fer oligiste micacé se trouve aussi à Aïn-Défla, sur le littoral, à deux kilomètres au delà de Christel, puis sur le revers septentrional du Djebel-Monsour, à 1000 mètres de la côte, et à 1200 mètres au sud-ouest du cap Ferrate, qui doit son nom aux filons de fer oligiste connus depuis longtemps.

(P. 264.) Sur le revers nord-ouest de la montagne des Lions, dont nous venons de parler, on trouve le long de la côte, et à 3 mètres seulement au-dessus de la mer, un affleurement de charbon. C'est une lentille aplatie, de 1m,20 de large sur 15 mètres de long, intercalée dans des grès quartzeux rougeâtres, feuilletés, plongeant de 30° à 40° au S.-E. Le fer sulfuré abonde dans le charbon et dans les roches qui l'avoisinent. Les grès passent à des argiles schisteuses, satinées, vertes, renfermant des nodules déprimés, siliceux avec du fer carbonaté hydroxydé, plus ou moins analogue au fer carbonaté des houillères. Une galerie poussée entièrement dans le charbon, sur une longueur de 64 mètres, a fait connaître qu'il existait trois amas successifs, communiquant entre eux par des étranglements, et plongeant au S.-E. La qualité du combustible est d'ailleurs peu favorable à beaucoup d'usages. Par sa composition et ses diverses propriétés, il se rapproche assez de l'anthracite.

Les premières montagnes que l'on rencontre sur la route de Mascara à Saïda (Sa'ïda), dit M. Renou (1), sont formées de calcaires compactes, gris jaunâtre, en bancs réguliers, presque horizontaux, peu épais, séparés par des argiles feuilletées, verdâtres et transformés çà et là en dolomie. Ce changement dans la nature de la roche ne présente pas de séparation bien nette; mais il paraît être complet à la partie supérieure des montagnes. Aux environs de Saïda (pl. 4, fig. 13) les dolomies reposent presque horizontalement sur des calcaires plus schisteux et plus argileux avec neuf espèces d'Ammonites, dont la plupart sont voisines d'espèces juras-

(1) *Loc. cit.*, p. 113.

siques connues. La séparation des formations crétacée et jurassique qui, sans doute, doit exister au nord de Saïda, n'a pas été déterminée. Il en est de même des dolomies qui, à 30 kilomètres au sud de Mascara, renferment des mines de cuivre et de plomb exploitées depuis longtemps par les Arabes.

(P. 121.) Entre Oran et Tlemcen, les marnes feuilletées de la craie alternent avec des calcaires gris, compactes, lithographiques, semblables à ceux que nous avons si souvent mentionnés. Près de l'Ouad-R'âzer, une de ces couches a été changée en gypse. Le T'rarâ ou Traras, situé à l'ouest, serait aussi composé des mêmes assises. Les montagnes qui dominent Tlemcen, dirigées E. 18° N., sont remarquables par leurs escarpements, et se prolongent avec une élévation de 1000 à 1200 mètres vers l'O.-S.-O., du côté d'Ouchda et plus loin encore. Tous ces escarpements sont dolomitiques (pl. 4, fig. 32).

Nous avons traité des roches ignées de ce pays (*antè*, vol. III, p. 533), ainsi que des soulèvements qui ont affecté les dépôts tertiaires et quaternaires de l'Algérie (*antè*, vol. II, p. 1008), et dont M. Renou s'est particulièrement occupé; nous n'avons donc plus à y revenir ici.

Partie occidentale de la province d'Oran.

Dans une *Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran* (1), M. L. Ville a décrit, comme il suit, les assises qu'il désigne sous le nom de *terrain crétacé inférieur*, mais sans en donner de définition plus rigoureuse que ci-dessus. Nous rapportons le passage en entier, quoiqu'il renferme quelques répétitions avec ce que nous venons de dire.

« Le terrain crétacé inférieur constitue deux massifs principaux » au sud et au nord de la province. Au sud, il forme une bande de » 36 à 40 kilomètres de largeur moyenne, qui, venant du Maroc, » se dirige de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. au sud de Tlemcen, de Sidi- » bel-Abbès et de Mascara. Cette bande est essentiellement métal- » lifère ; elle renferme des gîtes de plomb, de cuivre et de plâtre » chez les Beni-Senous. Elle détermine, au sud de Tlemcen, un pla- » teau ondulé, dont la cote maximum est de 1548 mètres (Hadjeret » el-Djebel). Elle est couverte de forêts de chênes liéges, de chênes » verts, et elle est sillonnée par des rivières importantes dont l'eau » est d'excellente qualité, et dont le cours, souvent encaissé de 150 » à 200 mètres, paraît dû à d'anciennes fractures. Ce terrain se » compose principalement de couches de calcaire gris compacte,

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IX, p. 363; 1852. — *Ibid.*, p. 184.

» et de dolomies grises, cristallines, dont les tranches, coupées à
» pic, ont donné lieu, du côté de Tlemcen et de Sebdou, c'est-à-
» dire sur les deux revers de la chaîne, à des escarpements remar-
» quables qui frappent de loin la vue de l'observateur. Ces calcaires
» renferment des bancs de grès quartzeux, d'un blanc rougeâtre
» et excellents comme pierre de construction. On y trouve aussi
» quelques assises d'argiles grises schisteuses, mais qui sont très
» peu développées. Elles se montrent, en général, au-dessous
» des calcaires, qui deviennent schisteux à leur approche, et pré-
» sentent souvent alors de nombreux fossiles qu'on peut détacher
» avec facilité. Hadjar-Roum, situé à 24 kilomètres de Tlemcen,
» au pied du revers septentrional de la chaîne, est le gîte le plus
» remarquable des fossiles. On y trouve en grande abondance des
» Térébratules, des Huîtres, des Ammonites et quelques Sphéru-
» lites qui ont servi à déterminer l'âge de ce terrain. L'existence
» de plusieurs de ces fossiles à Tlemcen, à Sebdou et chez les
» Beni-Senous, et surtout la continuité des couches, prouvent
» qu'une seule formation constitue le pâté montagneux dont nous
» nous occupons.

» Le massif septentrional de terrain crétacé inférieur est compris
» entre la frontière de l'empire du Maroc, dans lequel il se prolonge
» à l'O., le rivage de la mer au N., et la rive gauche de la Tafna
» au S. et à l'E. Il constitue le pâté de montagnes des Traras, dont
» le point culminant (Djebel-Filhausen) s'élève à 1152 mètres.
» Ce massif est beaucoup plus accidenté que le massif méri-
» dional. Les rivières y rayonnent en partant de plusieurs cen-
» tres de soulèvement. Leur cours est en général très rapide,
» très peu développé, et ne renferme d'eau le plus souvent qu'en
» hiver. Les Traras renferment des gîtes nombreux de minerai de
» fer d'excellente qualité, qui étaient traités anciennement par les
» Arabes, dans de petites forges à la catalane. On y trouve aussi une
» mine de plomb et une mine de cuivre anciennement exploitées.
» Les flancs des vallées sont taillés dans des argiles schisteuses
» grises, et les sommets des pics isolés, qui sont si communs dans
» les Traras, sont généralement couverts d'un chapeau de calcaire
» gris compacte, identique avec celui qui constitue le massif crétacé
» du sud. Les fossiles sont rares dans les Traras. J'ai trouvé cependant
» des Bélemnites et des Baculites caractérisant le terrain crétacé
» inférieur.

» A l'est de la Tafna, ce terrain ne forme que des îlots cir-

» conscrits, tels que le Djebel-Skhouna et le Djebel-Aouaria, qui renferment chacun un gîte de minerai de fer, le Djebel-Sidi-Kassem-Boudeïa, le Djebel-Dar-Menjel, le Djebel-Touila, sur la rive gauche du Rio-Salado, le Djebel-Santo et le Djebel-Merdjadjo, aux environs d'Oran, enfin le massif compris entre la montagne des Lions et Arzeu, et qui renferme des gîtes de plâtre, de charbon, de fer, de cuivre et de mercure. On ne trouve de fossiles dans aucun de ces îlots. C'est leur saillie en dehors des assises régulières des terrains tertiaires et la ressemblance de leurs roches avec celles du terrain crétacé inférieur bien caractérisé qui permettent d'assigner leur âge avec assez de certitude. »

Gisements du muriate de soude.

Dans un *Mémoire sur les gisements de muriate de soude en Algérie* (1), M. H. Fournel s'est occupé des sources, des ruisseaux et des lacs salés, puis du sel gemme subordonné aux argiles et accompagné de gypse. Ces gisements, étudiés successivement dans les provinces de Constantine, d'Alger et d'Oran, sous le point de vue économique, ne l'ont peut-être pas été suffisamment sous le rapport scientifique, et la question de leur âge comme celle de leur origine ne semble pas avoir été discutée avec tout le soin désirable. Ainsi, indépendamment du sel gemme, les lacs salés sont-ils d'anciens lits de la mer, ou bien résultent-ils tous, comme celui de Zagrez, dont nous venons de parler, du sel apporté par les cours d'eau qui descendent des montagnes formées de couches salifères ? Quelle est la hauteur relative de ces divers lacs et leur hauteur absolue ? Observe-t-on des dépôts tertiaires ou plus récents dans leur voisinage ? Quels sont ceux des autres parties du globe dont ils se rapprocheraient par leur disposition, leurs caractères généraux, les substances étrangères qui accompagnent le muriate de soude, etc. ? Telles sont quelques unes des questions que l'on pourrait adresser au savant auteur de la *Richesse minérale de l'Algérie*, et dont il s'occupera peut-être dans la suite de son grand travail, car personne n'est plus à même que lui de les résoudre.

Il a d'ailleurs fait voir en terminant, que ces gisements salifères sont rangés de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., sur trois lignes ou zones, à peu près parallèles entre elles et à la direction de la chaîne principale des Alpes. La zone septentrionale est la plus rapprochée de la mer; la zone moyenne prolongée à l'E.-N.-E. rencontre le lac salé, exploité depuis longtemps près de Tunis, et au delà les gisements de

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. IX, p. 541; 1846.

sel gemme de la Sicile; enfin, la zone méridionale ou saharienne, suit une ligne tirée de la mer Morte aux îles du Cap-Vert; plus au sud dans le Soudan, il ne paraît plus exister de semblables gisements.

Gisements du gypse.

M. L. Ville (1), qui, de son côté, s'est livré à une étude fort détaillée des gypses des provinces d'Alger et d'Oran, fait remarquer qu'ils peuvent être rangés dans deux classes distinctes : l'une comprenant les gypses en couches ou plutôt en lentilles très aplaties, stratifiées comme les assises qui les renferment et dont elles sont contemporaines, et passant insensiblement sur leurs bords à ces dernières (lac du Figuier); l'autre des gypses en masses non stratifiées, autour desquelles les roches encaissantes ont été soulevées et bouleversées. Le gypse semble avoir joué à l'égard de celles-ci le rôle d'un produit igné. Parfois il est associé à des diorites, à des porphyres ou à des basaltes; il a endurci les sables, les grès, les calcaires et les argiles qui les avoisinent, rougi et calciné ces dernières, en faisant passer le fer qu'elles contenaient à l'état de peroxyde. Le gypse est presque toujours accompagné de pyrite de fer et de paillettes de fer oligiste qui ont pénétré jusque dans les roches sédimentaires stratifiées environnantes.

Des 6 gisements de la première classe, un seul, celui de Djebel-Affroun, dans la province d'Oran, appartient au terrain secondaire; les autres sont tertiaires. Sur les 27 de la seconde, 13 se montrent dans les roches présumées crétacées, et dont 3 sont dans la province d'Oran et 10 dans celle d'Alger; les 14 autres gisements appartiennent à des dépôts plus récents. Les gypses d'Arbal, de Mers-el-Kebir, des montagnes des Lions et de Christel se trouvent à la ligne de jonction des sédiments secondaires et tertiaires.

L'origine des gypses postérieurs aux roches qui les contiennent peut être attribuée, suivant l'auteur, à l'arrivée de vapeurs d'acide sulfurique hydraté dans des couches calcaires déjà formées, et c'est ce qui paraît avoir eu lieu pour la plupart des gypses de soulèvements du terrain tertiaire; mais pour ceux qui se trouvent subordonnés à des grès, tels que ceux de la Stidia, celui qui se trouve à 8 kilomètres au nord du télégraphe de l'Ouad-Ras, un autre situé à 12 kilomètres au nord-est du même point, cette cause peut être difficilement admise, et l'on doit supposer qu'ils sont arrivés au

(1) *Recherches sur les roches, les eaux*, etc., p. 60, in-4; 1852.

jour tout formés. Ces observations s'appliquent d'ailleurs aux gypses secondaires comme aux gypses tertiaires.

Un fort petit nombre de ces gisements gypseux renferment du sel gemme ou des sources salées en rapport avec le sulfate de chaux. Cependant le gîte d'Aïn-Témouchen offre une association de cette sorte, et une source salée coule non loin du gypse d'Arbal (p. 66). Ce sel gemme d'Aïn-Temouchen, exploité par les Arabes, est situé dans la province d'Oran, dans la tribu de Ouled-Guérab, et à 8 ou 10 kilomètres de la mer. Il est intercalé dans des argiles schisteuses, grises, qui, avec des calcaires noirs, semi-cristallins et des grès quartzeux, constitueraient, suivant M. Ville, le terrain secondaire des bords de l'Ouad-Melah. Ces roches, très tourmentées, plongent au N.-O. sous un angle de 80°. Le sel, que l'on voit le long du ruisseau, sur une longueur de 12 mètres et sur une hauteur de 4, est cristallin, mais fort impur ; il est gris, et contient des boules d'argile grise et bleue. L'auteur ne regarde pas le sel comme contemporain des argiles environnantes ; il ne constituerait pas non plus un dépôt régulièrement stratifié avec elles, mais ce serait un amas intercalé postérieurement.

Eaux superficielles.

Dans ses recherches sur la nature des eaux potables des provinces d'Oran et d'Alger (p. 147), M. Ville examine successivement les eaux qui sortent des terrains tertiaire et secondaire, et cette étude très détaillée le conduit à des résultats importants pour l'hygiène du pays, et qui, en même temps, ne sont pas sans intérêt pour la géologie (p. 225). Il range les eaux potables dans trois catégories, suivant qu'elles parcourent des dépôts tertiaires, des dépôts secondaires ou coulent à travers les uns et les autres ; ces dernières sont appelées *eaux mixtes*. Ces diverses eaux renferment des chlorures, des sulfates et des carbonates, quelques unes des nitrates et de la silice gélatineuse, toutes de la matière organique. Pour ne parler ici que de celles du terrain secondaire, l'auteur fait remarquer qu'elles sont, en général, beaucoup moins chargées de substances salines que celles du terrain tertiaire. Les eaux de l'Ouad-Kebir, qui alimentent Blidah, sont les plus pures et les meilleures des deux provinces.

Les eaux du terrain tertiaire de la province d'Oran contiennent en moyenne 2gr,0999 de matières salines par kilogramme d'eau, celles de la province d'Alger 1gr,0229, celles du terrain secondaire 0gr,3252, et les eaux mixtes 0gr,9482. Dans les eaux du terrain tertiaire, les chlorures dominent toujours et font 56 pour 100 du total des substances salines ; les sulfates 35 pour 100 dans la province

d'Oran, 14 pour 100 dans celle d'Alger; les carbonates 10 pour 100 dans la première et 27 dans la seconde de ces provinces. Dans les eaux du terrain secondaire, les carbonates l'emportent de beaucoup sur les chlorures et les sulfates, qui, en quantités égales, forment ensemble 50 pour 100 ou la moitié du poids total, les carbonates formant l'autre moitié des substances salines. Dans les eaux du terrain tertiaire des deux provinces, la moyenne du sel marin est de 43 pour 100, dans celles du terrain secondaire elle est de 13 et dans les eaux mixtes de 41.

(P. 228). Toutes les roches des provinces d'Alger et d'Oran, quelles que soient d'ailleurs leur composition minéralogique et la formation à laquelle elles appartiennent, renferment des proportions de chlorures, de sulfates et de carbonates, en rapport avec celles des eaux des terrains correspondants. Les roches tertiaires sont celles qui renferment le plus de chlorures et de sulfates; puis viennent les roches secondaires et plus anciennes.

Les rapports qui existent dans les roches, entre le chlorure de sodium et ceux de calcium et de magnésium, entre les sulfates de chaux et de magnésie, entre les carbonates de chaux et ceux de magnésie et de fer, diffèrent peu de ce qu'ils sont dans les eaux qui en proviennent, de sorte que les eaux doivent les sels qu'elles tiennent en dissolution au lavage des roches qu'elles ont traversées. Il y a ainsi une relation qui permet en quelque sorte de déduire *à priori* la composition d'une eau de l'âge du terrain qu'elle parcourt, et, réciproquement, la composition d'une eau étant donnée, on peut en déduire approximativement l'âge du terrain qu'elle traverse. Et comme d'un autre côté on trouve des chlorures et des sulfates dans toutes les roches, quels que soient leur âge, leur composition, leur altitude, leur distance actuelle des côtes, etc., on en doit aussi conclure qu'ils en font partie intégrante et en sont contemporains.

§ 5. Maroc.

Nous croyons avoir remis à leur véritable place (*antè*, vol. III, p. 212) les couches nummulitiques, les grès et les calcaires à Fucoïdes de la partie septentrionale du Maroc qu'a observée M. Coquand (1), et nous n'avons plus qu'à mentionner les faits qui,

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1225, 1847. — *Compt. rend.*, vol. XXIV, p. 857, 1847.

d'après ce géologue, se rapportent incontestablement à la formation crétacée. Ils sont ici moins nombreux et moins variés qu'on n'aurait pu s'y attendre, puisqu'on n'y voit représenté qu'un seul étage du groupe inférieur, celui du calcaire à *Caprotina ammonia*. L'auteur ne laisse pas soupçonner qu'il en ait reconnu d'autres, à moins que les couches ondulées sur lesquelles reposent ces calcaires autour de Djebel-Soroul, et qu'il désigne sous le nom de *majolica*, au lieu d'être jurassiques, ne soient réellement l'équivalent du calcaire *majolica* du nord de l'Italie, qui n'est autre lui-même que le *biancone* et le représentant de l'étage néocomien inférieur. Quoi qu'il en soit, les formes des cimes du petit Atlas, dans le Maroc septentrional, ressemblent d'une manière frappante à celles qu'affectent certaines couches néocomiennes de la Provence. Elles sont composées de calcaires gris-jaunâtre, très compactes, à cassure conchoïde. La *Caprotina ammonia* s'y trouve fréquemment dans le groupe des montagnes d'Angera, adossées contre les flancs de la montagne des Singes qui appartient au terrain de transition. Les strates, un moment interrompus par l'îlot jurassique de Tétuan, reparaissent de l'autre côté de la Bousfika, pour se prolonger à travers le Rif. Ces roches recouvrent les calcaires plus anciens du Djebel-Soroul, puis le long du fleuve Smir les grès dévoniens et les micaschistes pour constituer jusque dans le Beniouneus un ensemble de couches indépendantes. Dans les montagnes de Djaritz et dans celles du Rif, le calcaire à *Caprotina ammonia* repose indifféremment et sans intermédiaire sur les grès rouges, les grauwackes ou les phyllades.

§ 6. Afrique méridionale.

Vues générales.

On peut présumer que, comme l'indique l'*Essai d'une carte géologique du globe*, qu'a publié M. Boué, une partie au moins des roches secondaires et tertiaires inférieures que nous avons suivies sur le périmètre de la Méditerranée se prolonge au S.-O., de chaque côté du massif cristallin du Maroc, et jusqu'à la terminaison de l'Atlas sur la côte occidentale, vers le 28° degré, à la hauteur des îles Canaries, situées sur son prolongement. Si, comme on l'observe sur la même carte, il existe une large bande cristalline, traversant de l'O. à l'E. le continent africain dans sa plus grande largeur, depuis le massif où la Gambie, le Sénégal et le Niger prennent leur source jusqu'au cap Guardafui, on conçoit la place assignée par l'auteur à quelques lambeaux de roches secondaires, appuyées çà et là contre le versant nord de cet axe cristallin. Toute la surface qu'occupe le Sa-

hara, du littoral de l'Atlantique à la chaîne côtière cristalline de la mer Rouge, pouvait former alors une méditerranée ouverte à l'O. dans l'Océan, et occupant une surface presque double de la Méditerranée de nos jours, reléguée entre les chaînes secondaires et tertiaires du nord de l'Afrique, de l'Asie occidentale et les contours si bizarrement et si profondément découpés de l'Europe méridionale.

A une ou deux exceptions près, tous les dépôts crétacés que nous avons étudiés jusqu'à présent dans l'ancien continent peuvent être regardés comme ayant été continus et se liant entre eux d'une manière plus ou moins immédiate, soit qu'on les considère de l'E. à l'O. ou bien du N. au S. Les interruptions qu'on observe aujourd'hui sont dues à la présence des mers intérieures actuelles, ou à des soulèvements et à des abaissements partiels ou généraux, qui, en modifiant le relief du sol, ont interrompu la continuité originaire des strates, ou permis à des dépôts plus récents de s'étendre par-dessus et de les dérober ainsi aux regards du géologue. Si nous envisageons la moitié sud de l'Europe, la partie ouest de l'Asie jusqu'au 60° degré de longitude E. et la partie nord de l'Afrique où nous avons constaté les sédiments crétacés, nous trouverons que cette surface n'est encore qu'une faible partie de l'ancien continent, et qu'on doit croire, *à priori*, qu'une aussi longue période que celle qui s'est écoulée entre la première couche néocomienne et la dernière de la craie supérieure, a dû laisser des traces non équivoques sur une infinité d'autres points de la surface du globe.

Jusqu'à présent, les seuls jalons que nous ayons mentionnés, très loin des dépôts sub-continus dont nous venons de rappeler la disposition, sont les couches, bien peu épaisses et d'une bien faible étendue, découvertes dans le Coromandel, et les traces encore douteuses, ou sur lesquelles nous ne possédons que de vagues renseignements, dans l'île de Java. A une grande distance au sud-ouest des premières, l'extrémité sud de l'Afrique vient nous offrir un nouveau point de repère, au milieu de ces immenses espaces où rien ne faisait soupçonner des représentants de la craie de l'Europe. Ce point est d'autant plus précieux, qu'il sert d'intermédiaire entre les lambeaux précédents et ceux que nous trouverons plus au sud-ouest encore, sur les côtes du détroit de Magellan, à l'extrémité de l'Amérique méridionale.

District d'Uitenhagen.

En 1839, M. Fréd. Krauss (1) avait observé des bancs remplis

(1) *Ueber einige Petrefacten*, etc. : Sur quelques fossiles de la

de fossiles, sur la rive gauche de la Zwartkops, à quelques lieues de la baie d'Algoa, sur la côte méridionale de l'Afrique, à l'est du Cap. Lors de la réunion des naturalistes allemands, à Mayence, en 1842, il annonça cette découverte, et depuis il a publié, dans les actes de l'*Académie des curieux de la nature*, une note à ce sujet, accompagnée de la description des fossiles qu'il avait recueillis.

Depuis la baie de la Table jusqu'à la baie d'Algoa, dit M. Krauss, sur près de 8 degrés de longitude, on ne rencontre que des grès, des schistes argileux, des grauwackes schisteuses, traversés par des granites (1). Ces roches se continuent jusque sur les hauteurs qui bordent la Zwartkops, près d'Uitenhagen. Mais lorsqu'on descend le long de cette rivière, la végétation change brusquement, et bientôt le sol est jonché de Trigonies. Les couches qu'on observe en cet endroit occupent une espèce de bassin qui des lacs salés, entre Uitenhagen et Fort-Elizabeth, s'étend le long de la Zwartkops, jusqu'à la Zondag (Sunday), sur une surface de plusieurs lieues. A une lieue et demie au-dessous d'Uitenhagen, la rive gauche de la Zwartkops met à découvert une coupe de 20 à 24 pieds de haut, dont les bancs de grès vert, horizontaux, sont surmontés par un banc de gravier ondulé et des grès panachés, de 6 à 7 pieds d'épaisseur. En cet endroit, et particulièrement dans le lit de la rivière, on trouve les *Lyrodon* (*Trigonia*) *Herzogii*, *conocardiiformis*, *ventricosus*, avec des *Mytilus*, des *Pinna* et des *Ostrea*, dans un état parfait de conservation, et en si grande quantité que certains bancs en sont presque exclusivement formés. Ces dépôts sont mieux développés encore à mesure qu'on descend la rivière, et, près de la résidence de H. Buckenröder, on observe la coupe suivante en allant de haut en bas :

1. Gravier et grès panaché en partie consolidé par un dépôt calcaire marin récent, et formant un conglomérat peu cohérent. . . . . 6 à 30 pieds.
2. Limon et roche altérée 12

---

formation crétacée inférieure du cap de Bonne-Espérance (*Nov. act. Acad. Cæs. Leop. Car. natur. cur.*, vol. XXII, partie 2, 1850, p. 439-464, avec 3 pl.; mémoire lu en avril 1847). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 120 des Notices, 1851. — *Amtl. Bericht d. Versamml. deutsch. Naturf.*, etc., *zu Maynz*, 1843, p. 126.

(1) Voyez, Andr. G. Bain, *On the discovery*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 317, 1845. — *Trans.*, id., vol. VII, p. 53, 1846).

3.	Grès vert dur, ferrugineux, rempli de fossiles (*Astarte Herzogii*, *A. Bronnii*, *Exogyra imbricata*, *Cucullæa cancellata*, *Gervillia dentata*, *Anoplomya lutraria*, *Lyrodon ventricosus*, *Natica*), dont toutes les espèces sont fort abondantes	1 p.	6 po.
4.	Grès vert dur, sans fossiles.	1	4
5.	Grès vert altéré.	15	
6.	Grès vert ferrugineux avec des fossiles.	1	6
7.	Grès vert en bancs durs et tendres alternant. . . .	6	
8.	Grès vert altéré.	10	
9.	Grès vert dur avec des fossiles vers le bas, environ.	60	
10.	Couches avec *Lyrodon Herzogii* et *conocardiiformis*.	4	

La roche de l'assise fossilifère inférieure est assez dure, grisâtre, quelquefois verdâtre. Ces coquilles sont spathifiées et comme calcinées par places, lorsque la pierre est meuble et friable. Le banc fossilifère supérieur est rougeâtre, ou rouge brun. Une roche, un peu différente des précédentes, se voit aux environs des lacs salés. L'un de ces lacs se trouve entre les rivières Zwartkops et Koega, à 150 pieds au-dessus de la mer, l'autre entre Uitenhagen et Fort-Elizabeth, à 30 ou 40 pieds seulement d'altitude. Cette pierre, peu épaisse, quartzeuse, d'un gris sale, dure, est remplie de petites coquilles brisées et d'apparence calcinée (Dentales, Turritelles, Huîtres, Nucules, Astartes, Cidaris). Au-dessus est un grès de teinte claire, friable, de 20 pieds d'épaisseur, sans fossiles, semblable à celui des bords de la Zwartkops, et alternant avec des lits d'une roche pesante, gris rougeâtre, souvent divisée en nodules ferrugineux ou sphærosidérites.

De grandes Ammonites et des Hamites remarquables avaient été déjà signalées par Hausmann (1), mais M. Krauss n'en a point trouvé de traces. Peut-être était-ce dans le voisinage de la rivière Zondag, localité qu'il n'a point visitée. Ces dépôts ne s'étendent point d'ailleurs à l'est de ce cours d'eau, où les grès quartzeux panachés règnent constamment. Sur la hauteur, entre la Zwartkops et la Koega, est encore un grès qui représenterait le grès quartzeux panaché ordinaire ou grès bigarré. Sur le Grass-Ruggens, non loin de la Zondag, est un banc, de 6 pouces d'épaisseur, de calcaire blanc rempli d'Huîtres exploitées pour la fabrication de la chaux. Sur sa rive droite, à 4 milles d'Uitenhagen, est une source thermale avec fer sulfuré (2).

(1) *Götting. Gelehrten Anzeigen*, etc., 1837, p. 1449.
(2) *Uber die Quellen sudlichen Africa's von Hern D. Fred. Krauss* (*Neu. Jahrb.* 1843, p. 150).

M. Bain (1) a cité une Ammonite, voisine de l'*A. planulatus*, au sommet de la Spitzkop, près de Graff-Reinet, et au nord-nord-ouest d'Uitenhagen. Quelques échantillons d'Ammonites et de Nautiles, avec plusieurs espèces de Trigonies et d'autres fossiles des bords de la Zondag (Sunday), ont aussi été présentés, en 1849, par M. Atherstone, à la Société géologique de Londres.

M. Krauss décrit 9 espèces de coquilles et le nouveau genre *Anoplomya*, formé de Lutraires sans dent cardinale. Il figure l'*Anoplomya lutraria*, Kr., l'*Astarte Herzogii*, id., Hausm. (*A. capensis*, Kr.), *A. Bronnii*, Kr., *Cucullæa cancellata*, id., *Lyrodon Herzogii*, Gold. (p. 202, pl. 137, fig. 5), *L. conocardiiformis*, Kr., *L. ventricosus*, id., *Gervillia dentata*, id., *Exogyra imbricata*, id.

A en juger d'après ce petit nombre de bivalves, il semble que cette faune crétacée, qui ne se montre que sur une bien faible surface, entourée à l'est; à l'ouest et au nord, par des grès plus anciens, peut-être triasiques, dont nous parlerons ailleurs, rappelle plutôt des formes néocomiennes que celles des autres divisions de la craie, si ce n'est cependant certains types du quatrième étage de la craie tuffeau, qui ne s'en éloignent pas non plus beaucoup. C'est d'ailleurs l'opinion exprimée par M. T. Rupert-Jones, qui a traduit en anglais le mémoire de M. Krauss.

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 318, 1845.

CHAPITRE XIII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Disposition générale.

La formation crétacée est presque aussi bien caractérisée dans les deux parties du Nouveau-Monde que dans l'Ancien ; mais jusqu'à présent elle est dans chacune d'elles moins complexe que dans l'ouest de l'Europe. Nous l'étudierons successivement dans l'Amérique du Nord, puis dans celle du Sud.

La distribution des dépôts de cette période est fort simple dans l'Amérique septentrionale, et elle se conforme au relief actuel de cette portion du continent comme à son hydrographie. Ces dépôts occupent d'abord une zone étroite et discontinue au pied du versant oriental des Apalaches, non loin des côtes de l'Atlantique, dans le New-Jersey (1), la Delaware, la Virginie et la Caroline, précisément en face des roches crétacées de l'ancien continent, depuis l'extrémité sud-ouest de l'Atlas jusqu'au delà de Lisbonne, mais ayant ainsi leurs limites vers le N., à une latitude de 15 degrés plus méridionale que celle de leurs analogues en Europe. Cette zone se prolonge ensuite dans la Géorgie, l'Alabama et les États du Mississipi et du Tennessee, en circonscrivant les terrains anciens de l'extrémité sud des Apalaches, et s'étend vers l'O., au delà du Mississipi, par le Texas et l'Arkansas jusqu'au bassin du Rio del Norte. Enfin ces mêmes dépôts viennent affleurer encore plus au nord, dans celui du Missouri, où ils remontent jusque vers le 45e degré de latitude, c'est-à-dire près de 5 degrés au delà de leur limite sur la côte orientale du New-Jersey. Nous traiterons dans des sections séparées : 1° du versant sud-est des Apalaches ou du littoral de l'Atlantique ; 2° des États d'Alabama, du Mississipi et du Tennessee ; 3° du Texas, de l'Arkansas et du nouveau Mexique ; 4° du bassin du Missouri ou des régions situées à l'ouest du Mississipi.

(1) M. H.-D. Rogers (*a*), ayant annoncé que l'*Exogyra costata* avait

(*a*) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 156, 1843.

§ 1. Versant sud-est des Apalaches.

Généralités. Les premiers travaux des géologues américains, MM. Say (1), Dekay (2) et Morton (3) sur les dépôts crétacés des États-Unis, ayant été bien exposés par sir H.-T. de la Bèche (4), nous n'avons point à nous en occuper ici. Plus tard, dans son *Synopsis* des débris organiques de la formation crétacée, M. S.-G. Morton (5) a fait remarquer l'analogie des fossiles de cette période des deux côtés de l'Atlantique et, de plus, la présence de 24 espèces qui seraient communes aux deux régions, entre autres le *Pecten quinquecostatus.* Les débris de reptiles sauriens, offrant des rapports analogues à ceux des mollusques, tendent à prouver que, dans les deux continents, la cause, quelle qu'elle soit, qui a détruit les animaux de cette période, a agi simultanément sur le bassin des mers, et que ce n'est point à la suite d'un phénomène local ou partiel de soulèvement ou d'abaissement, d'un déplacement de courant marin, etc., que les modifications de l'organisme ont eu lieu.

M. Morton (6) a aussi donné une note sur les poissons fossiles de ces mêmes couches, et de laquelle il résulterait que, d'après les déterminations de Mantell et de M. Agassiz, les *Carcharias lanceolatus*, *megalotis* et *polygurus*, le *Galeus pristondontus*, les *Lamna acuminata*, *Mantelli*, *lanceolata* et *plicata* se retrouvent en Europe (7). L'auteur établit ensuite trois divisions dans ces cou-

---

été trouvée à Brooklyn, près New-York, à 20 mètres de profondeur, en avait conclu que la formation crétacée s'étendait jusque *là*, mais le fait ne paraît pas avoir été constaté d'une manière très rigoureuse, et de plus il serait possible que cette coquille eût été rencontrée à l'état roulé dans le dépôt quaternaire très puissant de cette localité.

(1) *Amer. Journ.*, vol. I et II.

(2) *Annals of the New-York Lyceum.*

(3) *Journ. of philos.*, vol. VI, p. 107, 1829. — *Journ. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. VI. — *Amer. Journ.*, vol. XVII, p. 295, 1830.— *Ib.*, vol. XVIII; p. 243, avec 3 pl., 1830. — *Ib.*, vol. XXIII, p. 291. — *Ib.*, vol. XXIV, p. 128.

(4) *Manuel géologique*, traduction française par Brochant, p. 375, 1833. — Voyez aussi : A. Boué, *Résumé des progrès de la Géologie pendant l'année* 1833 (*Bull.*, vol. V, p. 402, 1834).

(5) *A synopsis of the organic remains of the cretaceous rocks.* In-8, 19 pl., 1834. — Cet ouvrage peut être regardé comme une seconde édition plus complète des mémoires indiqués ci-dessus.

(6) *Amer. Journ.*, vol. XXVIII, p. 276, 1835.

(7) Il y a probablement ici des doubles emplois, car dans *le Ta-*

ches, en les désignant sous les noms de *supérieure*, *moyenne* et *inférieure* (*upper*, *medial and lower divisions*). La division supérieure a déjà été décrite dans les États du Sud (*antè*, vol. II, p. 1031) comme appartenant au terrain tertiaire inférieur. La division moyenne, développée principalement dans les comtés de Gloucester et de Burlington (New-Jersey), et près de Wilmington (Caroline du Nord), est composée de calcaires jaune-paille, durs, compactes, subcristallins, grenus ou friables, renfermant surtout le *Spatangus parastutus*, l'*Ananchytes fimbriatus*, l'*A. cinctus*, le *Nucleolites crucifer*, le *Belemnites ? ambiguus*, la *Scalaria annulata* et le *Cidaris diatretum*. Enfin la division inférieure, formée de sables verts ou ferrugineux, dont les fossiles ont été décrits et figurés dans le *Synopsis* de l'auteur, s'étend du New-Jersey, en décrivant une sorte de croissant à travers les États du Sud, pour se prolonger ensuite vers l'O.

Descriptions particulières. — États du New-Jersey et de la Delaware.

Suivant M. H.-D. Rogers (1), les dépôts crétacés du New-Jersey diffèrent de ceux des États du Sud, en ce qu'ils sont plus sableux, et renferment une très grande quantité de grains verts. A deux ou trois exceptions près, leurs fossiles seraient propres au nouveau continent, et la présence de nombreux gisements de lignite et des débris de *Scolopax*, ou oiseaux de rivage, annoncerait qu'ils se sont formés, sous une faible profondeur d'eau, vers la fin de la période secondaire, et expliquerait leurs différences avec ceux de l'Europe. Les marnes du New-Jersey représenteraient peut-être le grès vert de l'ouest de ce dernier continent; et les calcaires que nous trouverons dans le sud seraient alors les équivalents de la craie supérieure; mais en réalité il n'y a ni craie, ni silex comparables à ce que l'on observe sur la côte opposée de l'Atlantique. M. Greenough (2), après avoir discuté les motifs allégués par les géologues américains, pense que le rapprochement qu'ils ont fait avec le grès vert de l'Eu-

---

bleau général des poissons fossiles rangés par terrains, publié dix ans après par M. Agassiz (*a*), l'auteur ne cite que 5 espèces dans la craie des États-Unis. 3 de ces espèces (*Ptychodus mamillaris*, *Otodus appendiculatus* et *Lamna acuminata*) seraient communes à l'Europe; 2 autres (*Ptychodus Mortoni* et *Saurocephalus lanciformis*) seraient propres au New-Jersey.

(1) *Rep. 4th. meet. brit. Assoc. at Edinburgh*, 1834. Londres, 1835.

(2) *Anniversary address*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 157, 1835).

(*a*) In-4. Neuchâtel, p. XLII. 1844.

rope des sables ferrugineux qui, dans les États du nord de l'Amérique reposent, comme en Suède, sur les roches primaires, n'est pas suffisamment établi. Le *Pecten* assimilé au *P. quinquecostatus* existe aussi à Maestricht avec le *Mosasaurus ;* les Baculites se montrent principalement dans les parties supérieures de la formation ; et tout concourt à faire regarder ces couches comme plus récentes qu'on ne l'avait cru d'abord.

Dans sa description de la géologie de l'État du New-Jersey (1), M. H.-D. Rogers, l'un des géologues les plus éminents, et qui à une grande connaissance pratique des diverses parties de la science, joint les idées théoriques les plus ingénieuses, a fait remarquer que dans cet État, comme dans les autres qui longent le pied sud-est des Apalaches, les couches secondaires et tertiaires (*antè*, vol. II, p. 1021) inclinent légèrement au S.-E. On les voit affleurer successivement lorsque du littoral on se dirige au N.-O ; de sorte que la direction de ces affleurements est N.-E, S.-O.

Sous le nom de série secondaire supérieure (*upper secondary series*), le savant auteur comprend le grès vert qu'il divise en cinq assises différentes, lesquelles sont, de bas en haut :

1° Sables et argiles de teintes diverses, ordinairement d'un blanc pur. Sur les bords de la Raritan, au nord-est de Trenton, ces couches reposent régulièrement sur les roches rapportées au trias (*middle secundary rocks* de l'auteur) ; puis de ce point à la Delaware, sur les roches primaires :

2° Sables verts, alternant avec quelques lits d'argile sableuse micacée (*green sand formation*), très employés en agriculture pour leurs propriétés fertilisantes, et peu distincts de l'assise n° 1, à laquelle ils passent par des argiles sableuses foncées ;

3° Calcaire grenu, jaunâtre, un peu cristallin, souvent siliceux, constituant des bandes irrégulières, en dalles minces, fréquemment séparées par du sable calcaire. Les fossiles y sont nombreux, et plusieurs se représentent dans les sables verts placés dessous. Cette assise recouvre la précédente sur son bord méridional ;

4° Sable grossier jaune, très ferrugineux, quelquefois de 10 mètres d'épaisseur, passant à un grès tendre, friable, avec des empreintes de coquilles, semblables à celles des assises inférieures. Les calcaires jaunes (n°3) n'étant pas constants, il arrive souvent que ce

(1) *Descript. of the geology of the state of New-Jersey* (*final report*). In-8, avec carte et coupe. Philadelphie, 1840.

sable jaune repose sur le sable vert et y passe même graduellement.

5° Grès ferrugineux bruns, passant quelquefois à un conglomérat composé de sable quartzeux, de petits fragments de feldspath, de cailloux de quartz blanc, agglutinés par une pâte brune d'oxyde de fer avec des grains verts. Cette assise constitue la partie la plus élevée de la série secondaire du pays.

M. Rogers ne prétend point, d'ailleurs, établir de parallélisme entre ces assises et le grès vert de l'Europe; une ou deux espèces fossiles identiques de part et d'autre ne permettent pas de proposer un rapprochement de détail; et il reste également à déterminer pour lui, si le sable vert de l'Amérique correspond à tout ou partie de la formation crétacée de l'Europe. Pour les fossiles, il renvoie le lecteur au *Synopsis* de M. Morton, en faisant remarquer que les corps organisés appartiennent surtout aux marnes des sables verts et aux calcaires qui sont dessus. Il énumère 75 espèces principalement marines. Sur ce nombre, 7 sont des vertébrés, dont 3 Crocodiles, 1 Tortue, 1 oiseau et 2 poissons. Des 68 espèces de mollusques, serpules, polypiers, etc., le *Pecten quinquecostatus* seul aurait son analogue des deux côtés de l'Atlantique.

M. Ed. Hitchcock (1) a exposé, en quelques mots, la répartition des dépôts crétacés de l'Amérique du Nord, et M. H.-D. Rogers (2), dans une circonstance semblable, a donné plus d'extension à ce sujet. Ces dépôts commencent au nord-est, à la baie de Raritan, forment une bande étroite, parallèle au rivage de l'Atlantique, à travers le New-Jersey et la Delaware, disparaissant sous le terrain tertiaire, dans le Maryland, la Virginie et la Caroline du Nord, où ils affleurent de nouveau, occupant la même position relative que précédemment. De la rivière du cap Fear, ils s'étendent vers le sud-ouest, dans la Caroline du Sud, la Géorgie et au delà.

---

(1) *First annivers. address to the Assoc. amer. Geol.; second ann. meet.*, à Philadelphie, 5 avril 1841.

(2) *Address deliver. at the meet. of the Assoc. amer. Geol.*, mai 1844 (*Amer. Journ.*, vol. XLVII, p. 251).—Voyez aussi : Théorie de l'origine des sables verts du New-Jersey (*a*). Ce sable serait un dépôt chimique dont les éléments ne proviendraient pas des détritus mécaniques d'une roche préexistante, mais qui aurait été formé dans des eaux chargées de silicates solubles, d'origine volcanique et provenant du sud. Sont-ce bien des sables crétacés dont parle ici M. Rogers? Nous ne saurions l'affirmer, car il y a, comme on l'a vu, dans ce pays des sables tertiaires très peu différents de ceux de la craie.

(*a*) *Proceed. of the Boston Soc. nat. hist.*; vol. III, p. 248, 1851.

On a déjà vu que les géologues américains comprenaient alors, dans la craie, des dépôts qui depuis ont dû être rangés dans le terrain tertiaire, et il est à remarquer que cette erreur résultait d'une autre qui consistait à prendre pour une Nummulite un corps qui n'appartient pas à ce genre, de sorte que la méprise, qui eût dû précisément faire rapporter les couches au terrain tertiaire inférieur, puisqu'il n'y a point de Nummulites dans la craie, fut cause qu'on les plaça dans le terrain secondaire, et les deux erreurs furent dévoilées en même temps (*antè*, vol. II, p. 1035 et 1039).

M. Morton (1) et M. Conrad, avons-nous dit, divisaient leur formation crétacée en trois étages: le *supérieur*, comprenant le prétendu *calcaire nummulitique* d'Alabama et des États voisins; le *moyen*, le calcaire jaune-paille, très fossilifère, en petits lambeaux, recouvrant le grès vert de New-Jersey, et placé sur l'horizon de la craie blanche d'Europe; enfin l'*inférieur*, les sables verts des côtes de l'Atlantique. Mais M. Morton ayant omis de parler des sables ferrugineux, bruns, à gros grains, avec les fossiles du grès vert sous-jacent, M. Rogers se demande si réellement le calcaire jaune-paille, qui se trouve entre eux, peut être assimilé à la craie blanche, ce qui d'ailleurs lui paraît douteux. Sur 160 espèces fossiles, 4 étaient alors reconnues identiques avec des espèces d'Europe (*Trigonia alæformis*, *Pecten quinquecostatus*, *Ostrea falcata*, *Gryphæa vomer*), et de plus il y avait 4 espèces de poissons et des débris du *Mosasaurus* de Maestricht.

Sir Ch. Lyell (2), qui vint étudier les dépôts sédimentaires des États-Unis, après avoir acquis une connaissance profonde de ceux de l'ouest de l'Europe, devait plus facilement qu'un autre rectifier les erreurs de détail qui s'étaient introduites dans la géologie

---

(1) *Tabular view*, etc.: Tableau des débris organiques des couches crétacées (*Journ. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. VIII, part. 2).

(2) *Notes on the cretaceous strata*, etc.: Notes sur les couches crétacées du New-Jersey et d'autres parties des États-Unis, le long de l'Atlantique, accompagnées de la description des coquilles, par M. Ed. Forbes, et de celle des polypiers, par M. Lonsdale (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 1, p. 55, janvier 1844).—*Proceed.*, id., vol. IV, p. 401.— *Amer. Journ.*, vol. XLVII, p. 213, 1844.— H. Wurtz, *On the avaibility*, etc.: Sur les propriétés utiles du sable vert du New-Jersey comme source de potasse, etc. (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. X, p. 326, 1850).

américaine. Ainsi, nous avons déjà dit la manière heureuse dont il avait classé les différentes formations tertiaires (*antè*, vol. II, p. 1031) ; de même pour les couches crétacées, il pense que rien n'y annonce des sédiments antérieurs à la craie tuffeau, et que le tout peut être compris entre l'horizon du gault et celui de la craie de Maestricht. Les dépôts tertiaires inférieurs et moyens, qui les recouvrent dans le New-Jersey, le Maryland et la Virginie, étant aussi composés de marnes, d'argile et de sables divers, où abondent les grains chloriteux, ne diffèrent en réalité de ceux de la craie que par leurs fossiles.

Les cinq étages proposés par M. Rogers doivent, suivant M. Lyell, être réduits à deux : l'inférieur qui comprendrait presque exclusivement des sables verts et des marnes vertes ; le supérieur, des calcaires tendres, jaune clair, avec des coraux. Comme M. Morton, le savant géologue anglais ne mentionne point les sables ferrugineux à gros grains, ni les grès bruns ferrugineux passant à des poudingues, décrits par M. Rogers sous les n°s 4 et 5.

Les calcaires jaunes, particulièrement sur les bords du Timber-Creek, douze milles au sud-est de Philadelphie, renferment 6 espèces de polypiers et plusieurs échinodermes, dont les formes rappellent celles de la craie supérieure. Les foraminifères appartiennent aux genres *Cristallaria*, *Rotalina* et *Nodosaria ;* les poissons au genre *Lamna*, dont un très voisin du *L. appendiculata*, puis au genre *Galeus*, qui offre une espèce se rapprochant du *G. pristondontus ;* enfin, il y a beaucoup de dents de *Charcharias*. Dans le grès vert sous-jacent ont été trouvées des vertèbres de *Mosasaurus*, une de *Pliosaurus*, genre plus voisin des vrais sauriens que les *Plesiosaurus*, et une de Crocodile de la division des procœliens, reptiles qui, en Europe, n'ont pas encore été rencontrés plus bas que la formation tertiaire inférieure.

Le premier étage de M. Lyell a été suivi du N.-E. au S.-O., sur une longueur de 60 milles, depuis Prosper-Town jusqu'à Salem, avec une largeur qui atteint rarement un demi-mille et une épaisseur qui ne dépasse pas 2 à 6 mètres. Ses caractères indiquent le fond sableux d'une mer peu profonde. A White-Horse, dans le comté de Gloucester, il consiste en une masse de sable calcarifère, blanc, plus ou moins agrégé, dont la surface a été ravinée çà et là, puis recouverte d'un dépôt d'argile rouge et de gravier sans fossiles. Vers le bas, la roche passe à un sable ferrugineux et vert clair, à grains de quartz. Près de Hornerstown, on voit parfaitement la superposition

de cet agrégat corallien, de 2^{m},50 d'épaisseur, au sable vert de l'étage inférieur, caractérisé par ses fossiles ordinaires.

M. Lyell a démontré que les calcaires blancs des bords du canal du Santee, et d'autres localités de la Caroline du Sud, ceux de Jacksonborough et de Shell-Bluff, en Géorgie, étaient de la période tertiaire inférieure et non crétacés, comme l'avaient cru MM. Morton et Conrad. Dans le nord de la Caroline, à South-Washington, 350 milles au sud-ouest du New-Jersey, des marnes crayeuses avec *Belemnites mucronatus*, *Ostrea vesicularis*, *O. subspathulata*, *Cellepora tuberculata*, renferment encore d'autres fossiles, dont quelques uns sont communs à l'étage supérieur, et quelques uns à l'étage inférieur du New-Jersey. D'après certains fossiles trouvés en Géorgie, telles qu'une Pholadomye et une Ammonite, peut-être pourrait-on croire qu'il y existe des couches plus anciennes qu'au nord-est; mais rien ne nous fait supposer qu'elles puissent descendre aussi bas que le groupe néocomien. L'ensemble des fossiles crétacés de cette partie des États-Unis confirme d'ailleurs M. Lyell dans l'application que leur avait déjà faite M. H.-D. Rogers du principe que nous avions déduit de l'étude des faunes paléozoïques, savoir : que les espèces dont la distribution géographique est le plus étendue, sont aussi celles qui ont la plus grande extension verticale, car ce sont celles qui ont pu vivre sous les conditions les plus variées, dans l'espace et dans le temps (1).

Sur les 60 espèces mentionnées par M. Lyell, 5 (*Ostrea larva* (*O. falcata*, Mort.), *O. vesicularis*, *Gryphæa costata*, *Pecten quinquecostatus*, *Belemnites mucronatus*) sont communes à l'Europe et à l'Amérique; 15 ou 16 sont très voisines d'espèces de ce dernier pays, et les représentent peut-être comme formes générales, et 4 sont des formes propres au nouveau continent, entre autres la *Terebratula Sayii*, Mort. Enfin, 35 sont nouvelles.

En revenant ailleurs sur le même sujet, le célèbre géologue anglais (2) n'a plus trouvé que 4 espèces communes au nouveau et à l'ancien continent, la *Gryphæa costata* ne s'étant pas encore rencontrée dans ce dernier. Malgré ce petit nombre d'espèces identiques (environ 7 p. 100), on peut admettre qu'il suffit pour établir le parallélisme des dépôts crétacés supérieurs des rivages opposés de

---

(1) D'Archiac et de Verneuil, *On the fossils of the older deposits*, etc. (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. VI, p. 335, 1842).

(2) *Travels in North America*, vol. 1, p. 77, 1845.

l'Atlantique, si l'on tient compte de la distance qui les sépare et de la différence de latitude qui est d'environ 10 degrés. Alors, comme aujourd'hui, les faunes contemporaines étaient localisées, et cependant on peut reconnaître partout les formes propres à cette période. Ces types particuliers dénotent l'influence prépondérante d'un ensemble de circonstances qui régnait sur tout le globe. Mais si l'on se rappelle ce que nous avons dit à ce sujet, nous y verrons plutôt un de ces stades par lesquels l'organisme était destiné à passer, partout au même moment, en vertu d'une loi générale, dépendante ou non de l'état physique de la terre.

M. Morton (1) a décrit une tête de Crocodile distinct de l'espèce déjà connue dans les couches crayeuses du New-Jersey ; elle provenait des calcaires qui, près de Vincentown, recouvrent les marnes et les sables ferrugineux. M. R. Owen (2), en s'occupant des débris de sauriens recueillis par M. H.-D. Rogers dans les assises de grès vert, a fait voir que ces restes de *Mosasaurus* prouvaient que l'animal auquel ils ont appartenu était organisé sur le type des lacertiens existants et non d'après celui des énaliosaures ou lézards marins. Il a établi pour ce reptile le genre *Hyposaurus* ou Crocodile amphicælien, et fait remarquer que c'est le premier exemple de l'existence des Crocodiles actuels ou Alligators dans des dépôts antérieurs au terrain tertiaire.

Maryland.

Les assises inférieures précédentes semblent se continuer au S.-O., dans le Maryland. Ainsi M. J.-T. Ducatel (3) mentionne, sur les côtes est et ouest de la baie de Chesapeake, un ensemble de couches, désigné sous le nom de sables ferrugineux (*ferrugineous sand*) et composé d'argile, de sable, de gravier très colorés par le fer, variant du rouge foncé au jaune, au gris, au vert, au noir et au bleu noirâtre. Quelques unes sont nommées *sable vert ;* les autres, *sables noirs micacés.* Le sable vert de cet État est un agrégat de silice, d'alumine, de potasse et d'oxyde de fer ; il renferme des fossiles, et quelquefois il est mélangé de sable et d'argile provenant d'assises plus anciennes. Il représente les dépôts du New-Jersey, employés depuis longtemps comme amendement par les agriculteurs, à cause de la potasse qu'ils renferment et qui, ainsi

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XLVIII, p. 265, 1835.
(2) H.-T. de la Bèche, *Anniversary address to the geol. Soc.*, p. 27, 1849.
(3) *Report on the geology of Maryland*, p. 35, 1835.

qu'on l'a dit, est si favorable à la végétation. On y trouve de nombreuses Térébratules à la ferme de Sassafras, dans le comté de Kent.

La rive occidentale du Patuxent, dans les comtés de Sainte-Mary, du prince Georges et de Charles, offre encore, presque partout, des dépôts sableux ou argileux, verts ou rouges, avec des bancs d'Huîtres et d'autres coquilles (1). A la partie supérieure, se présentent aussi de larges masses de roches silicéo-calcaires, remplies de moules, de coquilles. Au-dessus vient un sable vert siliceux, de 7 à 8 mètres d'épaisseur, recouvert d'argile rouge. A l'exception de la *Gryphæa vomer* et de l'*Ostrea compressirostra*, les fossiles de ces divers bancs sont généralement calcinés. On les trouve principalement autour de Upper-Malborough.

Le grand dépôt de lignite et de pyrite avec ambre jaune des bords du Magothy serait une dépendance des sables noirs micacés de la Severn, appartenant aussi au terrain secondaire, et les sables avec les argiles qu'on observe, entre la Severn et Baltimore, seraient plus anciens qu'on ne l'a généralement supposé. Les couches les plus basses de ces mêmes sables, souvent ferrugineuses et micacées, renferment de nombreux nodules de fer hydraté et carbonaté, ou bien une grande quantité de lignite avec du fer sulfuré et des morceaux d'ambre. Les sables noirs micacés sont caractérisés par les Exogyres, l'*Ostrea falcata*, la *Turritella Mortoni*, la *Cucullæa vulgaris* et des dents de sauriens. Les Térébratules abondent particulièrement dans les sables verts. Quant aux argiles et aux sables plus récents, ils affectent des caractères moins tranchés, mais ils diffèrent en réalité de ceux de l'époque secondaire. Tous ces sédiments paraissent d'ailleurs avoir été amenés à leur position actuelle par un mouvement lent et graduel, et aucune catastrophe brusque n'a contribué à les émerger.

A Georgestown, dans le comté de Kent (2), les bords de la rivière sont composés de sable ferrugineux recouvrant un mélange de sable vert avec des fossiles, et lorsqu'on remonte la Severn on trouve un sable plus pur, rempli de *Terebratula Harlani*, de *Gryphæa vomer*, etc. Les parties nord et centrale du même comté sont occupées par les sables ferrugineux. Ce sont des bancs fort étendus de sable vert avec des Térébratules et des Gryphées, des sables noirs avec des Bélemnites, des Ammonites, des Gryphées, etc., et au-dessus des argiles, des sables et des graviers tertiaires d'un âge en-

---

(1) *Id.*, p. 34, 1836.
(2) *Id.*, 1837.

core indéterminé, mais où l'on rencontre des ossements de Mastodonte.

Sur les bords du Chester, les mêmes sables sont recouverts de dépôts quaternaires. Les parties les plus élevées du comté de Cécil, formées de roches granitiques et primaires (granite, gneiss, amphibolite, serpentine, syénite, stéatite et kaolin), en s'abaissant vers son extrémité méridionale, sont occupées par des assises d'argile ferrugineuse, de sable et de gravier. De même les sables ferrugineux, les sables verts, les sables noirs micacés avec *Terebratula Harlani*, *Cucullæa Mortoni*, *Gryphæa*, etc., disparaissent sous des graviers, des sables et des argiles tertiaires ou quaternaires, à l'extrémité des nombreuses langues de terre qui bordent cette partie de la baie de Chesapeake.

Virginie.

Nous trouvons peu de renseignements sur les dépôts crétacés qui, dans la Virginie, forment une bande étroite, allongée du N. au S., et passant par Richemond (1). Cette bande paraît comprendre la couche d'infusoires dont nous avons parlé (*antè*, vol. II, p. 1030), et qui serait de la période tertiaire moyenne.

Caroline du Nord.

M. J. Hodge (2) a donné quelques détails sur les affleurements isolés des dépôts crétacés de la Caroline du Nord. Aux environs de South-Washington, le long de la branche nord-est de la rivière du cap Fear, M. Lyell (3) a trouvé les marnes bleu foncé qui, par leur aspect, comme par leurs fossiles, ont la plus grande analogie avec celles du New-Jersey. On y rencontre le *Belemnites mucronatus*, l'*Exogyra costata*, une espèce de Gryphée, ressemblant à l'*Exogyra columba*, l'*Ostrea vesicularis*, l'*O. pusilla*, Nils., des *Plagiostoma*, et plusieurs espèces nouvelles. Ces marnes s'étendent au sud de Lewis-Creek, presque jusqu'à Rocky-Point, où elles sont recouvertes par les calcaires et les conglomérats de Wilmington. Ces derniers, surmontés de dépôts tertiaires moyens,

---

(1) Ch. Lyell, *Geological map*, etc. : Carte géologique des États-Unis (*Travels in North America*, vol. II, 1845).

(2) *Observations on the secundary*, etc. : Observations sur les formations secondaires et tertiaires des Etats du Sud, avec un Appendice par M. T.-A. Conrad (*Transact. of the Assoc. of amer. geol.*, p. 94, 1840-42). — *Amer. Journ.*, vol. XLI, p. 332, 1841.

(3) *On the tertiary formations*, etc. : Sur les formations tertiaires et leurs relations avec la craie, dans la Virginie et les autres parties des États-Unis (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 735, 1842). — *Geolog. map of the United States* (*Travels in North America*, vol. II, 1845).

avaient été rapportés à tort à la craie par M. Hodge, car M. Lyell n'y a observé aucun fossile qui justifiât ce rapprochement, tandis que les espèces qui ont pu être déterminées doivent les faire placer dans la formation tertiaire inférieure.

Caroline du Sud et Géorgie.

Des dépôts regardés aussi comme crétacés, dans la Caroline du Sud et la Géorgie, ont été reportés également au terrain tertiaire par sir Ch. Lyell (*antè*, vol. II, p. 1035 et suivantes), les couches vraiment crétacées n'apparaissant que sur quelques points dénudés, comme entre Vance's Ferry et Camden, où les Bélemnites et les Exogyres sont très répandues. Mais elles forment le *substratum* de la partie de la Caroline du Sud et de la Géorgie, qui se trouve entre les montagnes et l'Atlantique, et dont la surface peu accidentée est occupée par des calcaires et des marnes tertiaires inférieures, surmontés de silex meulières avec leurs argiles rouges ou panachées et leurs sables jaunes. Suivant M. Vanuxem, des lignites se trouveraient entre les derniers dépôts crétacés et les premiers sédiments tertiaires marins.

Ainsi, comme le fait remarquer M. Tuomey (1), il y a un grand hiatus dans la série géologique de la Caroline du Sud, depuis les roches métamorphiques jusqu'au terrain secondaire supérieur. Les couches crétacées se montrent dans le district d'Harley, où elles plongent sous les sables de la côte, recouvertes comme sur tant d'autres points par les strates tertiaires. Elles sont généralement composées de marnes, de calcaires marneux et d'argiles schisteuses (*shales*). Le sable vert, si caractéristique de ces dépôts, dans le New-Jersey, la Delaware et le Maryland, manque ici dans les assises du même âge, mais reparaît dans celles qui leur ont succédé. L'auteur y a découvert des dents de *Carcharias* et de *Lamna*, puis *Ammonites placenta*, Dek., *Belemnites vertebroides*, Mort., *Natica petrosa*, id., *Ostrea cretacea*, id., *Exogyra costata*, Say, *Plagiostoma dumosum*, Mort., *Cucullæa ovata*, id., *Pectunculus hamula*, id., *Anomia argentifera* (*argentaria*), id., *Trigonia thoracica*, id., *T. crenulata*, Lam., *Cardium altum*, Forb., *Cardium*, indét., *Crassatella vadosa*, Mort., *Hamulus onyx*, id.

Malgré l'assertion contraire, positivement exprimée par sir Ch. Lyell, M. Tuomey regarde, comme se trouvant à la fois, dans les

(1) *Final report*, etc : Dernier rapport sur la géologie de la Caroline du Sud, présenté à la Société d'histoire naturelle de Boston *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VIII, p. 67, juillet 1849).

couches crétacées et tertiaires inférieures, l'*Ammonites placenta*, la *Terebratula Harlani*, Mort., le *Plagiostoma gregale*, id., la *Gryphæa mutabilis*, Say et Mort., l'*Ostrea Panda*, Mort., la *Trigonia thoracica ?* et au moins deux espèces d'échinodermes. L'auteur a constaté, avec le plus grand soin, le gisement de l'*A. placenta* dans un conglomérat de la colline de Wilmington, recouvert par un dépôt tertiaire moyen. Les éléments de ce conglomérat sont tout à fait distincts des couches crétacées des deux Carolines. Les moules de coquilles secondaires sont composés de calcaire blanc, et ceux des coquilles tertiaires avec lesquels ils se trouvent sont tellement intacts, que M. Tuomey en conclut que leurs animaux ont dû vivre et mourir à la place même où ils ont été enfouis et pétrifiés. L'auteur de l'extrait, auquel nous empruntons ce passage, tout en émettant des doutes sur le fait du mélange, admet néanmoins que l'*Ostrea Panda* et la *Gryphæa mutabilis* qui vivaient avec l'*Ammonites placenta*, pendant la période crétacée, ont été trouvées incontestablement dans le terrain tertiaire inférieur de la Caroline du Sud. La différence de la substance, qui paraît avoir moulé les coquilles attribuées aux deux périodes, serait un motif pour regarder les plus anciennes comme ayant été arrachées de la couche qui les enveloppait, puis mélangées dans les dépôts subséquents qui sont venus la recouvrir.

M. R.-W. Gibbes, à qui l'on doit une monographie des squalides fossiles des États-Unis (1), a donné la description des dents d'une nouvelle espèce de vertébré, trouvées dans le grès vert de la Caroline du Sud (2), et M. R. Ravenel a publié une notice sur les échinides récents et fossiles du même pays (3).

§ 2. États d'Alabama, du Missisipi et du Tennessee.

Les dépôts crétacés de la Caroline du Sud et de la Géorgie se prolongent sans interruption vers l'O., occupent des surfaces beaucoup plus considérables dans les États d'Alabama et du Mississipi, et remontent au N. dans celui du Tennessee, jusque sur les frontières du Kentucky. Ils circonscrivent ainsi d'une part les roches cristallines de l'extrémité des Apalaches, les dépôts carbonifères et plus an-

(1) 1848 ?
(2) *Description of the teeth*, etc. In-8, Columbia, 1845.
(3) *Echinidæ recent and fossil of South Carolina.*

ciens de Tuscaloosa et des rives du Tennessee, pour disparaître de l'autre, sous le terrain tertiaire inférieur.

État d'Alabama.

Les couches que M. S.-G. Morton (1) a placées dans sa division la plus basse sont particulièrement développées dans l'État d'Alabama, où des sondages leur ont fait reconnaître une épaisseur de 150 mètres à Demopolis. Les couches supérieures, qui se voient dans le comté de Clarke, sont caractérisées à Érié par le *Pecten quinquecostatus* et l'*Exogyra costata*. Les comtés de Chickasawe et de Choctaw, comme la plus grande partie des prairies d'Alabama et du Mississipi, ont pour *substratum* ces roches crétacées anciennes, surmontées au sud par de plus récentes, dont la surface est dépourvue de prairies.

M G.-W. Featherstonhaugh (2) qui, vers le même temps, avait parcouru un grand nombre de localités à l'est et à l'ouest du Mississipi, signalait aussi les couches crétacées des rives de l'Alabama et de ses affluents, particulièrement à Prairie-Bluff, où la rivière coupe des strates remplis d'Ammonites, de Baculites, de Turritelles, de Scalaires, de *Gryphæa convexa* et *costata*, etc. Mais ce fut certainement à tort que M. Conrad (3) crut reconnaître à Érié, dans une petite couche d'argile subordonnée au sable vert, un représentant du gault de l'Europe.

Dans la coupe de Claiborne qu'avait d'abord donnée M. Lyell (4), ce savant réunissait les calcaires blancs à *Orbitoides Mantelli* aux calcaires bleus sous-jacents avec *Exogyra costata*, et plaçait le tout dans la craie, en admettant un mélange de fossiles crétacés et tertiaires; mais ayant étudié plus tard, par lui-même, les relations stratigraphiques (5), il sépara nettement les deux assises, en reléguant la plus élevée dans le terrain tertiaire et la plus basse dans la

(1) *Synopsis of the organic remains*, etc.: Synopsis des débris organiques du groupe crétacé des États-Unis. In-8 avec 19 pl. Philadelphie, 1834. — *Amer. Journ.*, vol. XXVII, p. 377, 1835. — *Ibid.*, vol. XXVIII, p. 279.

(2) *Geological report*, etc.: Rapport géologique d'un examen fait en 1834 de la région située entre le Missouri et la rivière Rouge. In-8, Washington, 1835.

(3) *Amer. Journ.*, vol. XXVIII, p. 277, 1835.

(4) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 36, 1842.

(5) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 8, p. 405, 1846. — *Ib.*, n° 13, février 1848. — *Amer. Journ.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 313, 1846.

craie ; puis il repoussa le prétendu mélange de fossiles des deux formations (*antè*, vol. II, p. 1040 et suivantes).

M. David Cristy (1) a remarqué que la nappe d'eau qui alimente les puits artésiens des États d'Alabama et du Mississipi suit un plan incliné qui, partant de la pointe sud-ouest du Kentucky, passe par Savannah (Tennessee), Tuscalóosa et Centerville (Alabama), pour s'étendre ensuite par la Floride jusqu'au golfe du Mexique. La couche aquifère est un sable meuble avec des bancs de grès subordonnés. Elle est recouverte d'une marne (*rotten limestone*), dont l'épaisseur varie de 90 à 240 mètres, et qui renferme de nombreux fossiles crétacés. De Pontotoc à Starkville (Mississipi), et lorsqu'on se dirige ensuite vers Pickensville (Alabama) (p. 28), on observe les dépôts argileux tendres, avec quelques lits subordonnés plus solides, mais qui se désagrégent facilement à la surface. Les fossiles y sont assez répandus et bien conservés. L'épaisseur de cette assise varie de 90 à 213 mètres. Au-dessous est un puissant dépôt de sable verdâtre, tout à fait meuble par places ; c'est le grand réservoir des puits artésiens dont nous venons de parler, et l'auteur donne d'intéressants détails sur la profondeur à laquelle les divers puits ont atteint la nappe d'eau. La partie supérieure de l'assise argileuse étant facilement détruite, puis enlevée par les agents atmosphériques, les portions les plus solides qu'elle renfermait restent à la surface du sol, et forment de petits monticules isolés. Les dépôts secondaires et tertiaires de ce pays ont été profondément ravinés et dénudés, et les bassins des rivières sont antérieurs aux dépôts quaternaires qui en recouvrent indifféremment les éminences ou les dépressions aussi bien que les pentes des collines. M. Cristy a constaté l'existence de la partie supérieure de la craie dans beaucoup de localités et jusque dans le comté de Wilcox. C'est sa décomposition superficielle qui produit des terres arables, d'une extrême fertilité, le sol des prairies les plus estimées, et les meilleures plantations de coton qui soient connues.

Les divers travaux que nous venons d'énumérer, quoique assez satisfaisants, ne pouvaient cependant suppléer à une étude spéciale et complète de ce pays, étude qui a été faite depuis, avec beaucoup de soin, par M. Tuomey (2), et dont nous exposerons les principaux résultats.

---

(1) *Letters on Geology*, p. 11. In-8, Rossville, 1848.
(2) *First biennal report on the geology of Alabama*, p. 116, In-8, avec carte et coupes. Tuscaloosa, 1850.

Les sédiments crétacés, dit le savant géologue américain, sont, par suite de leurs caractères meubles, difficiles à séparer des couches plus anciennes comme des plus récentes, et leurs limites sont également difficiles à tracer sur une carte avec une certaine exactitude. Ils forment une large bande dirigée E., O., se prolongeant, d'une part, à l'E. dans la Géorgie, au delà de Chattahoochee, et de l'autre, au N.-O., dans les États du Mississipi et du Tennessee. Ils occupent les surfaces connues sous le nom de *région de prairies*, dans les comtés de Pickens, Sumter, Greene, Lowndes, Marengo, Dallas et Wilcox. Les assises les plus basses sont des graviers, des argiles et des sables, avec quelques fossiles. Le calcaire argileux tendre (*rotten limestone*) vient au-dessus. Le long de la limite septentrionale est une région montueuse qui s'étend parallèlement à cette même limite.

Le terrain houiller, à découvert dans le lit du Warrior et dans ceux de ses affluents, à Tuscaloosa, plonge au S. sous les strates crétacés, composés de sable meuble, de gravier, de limon et de lits d'une argile foncée très épaisse. La coupe de la vallée à Finch's Ferry montre la superposition aux argiles foncées de ces sables, avec des bois silicifiés, des débris d'*Ammonites delawarensis*, des dents de *Lamna*, etc. Ces assises inférieures peuvent être observées partout au nord de la zone calcaire. Les bancs calcaires de Montgomery recouvrent un sable jaune où l'on trouve des Ammonites, des dents de *Ptychodus Mortoni*, etc. La relation des strates ne se voit bien d'ailleurs que sur le bord des rivières. Ainsi, la coupe de la falaise de Choctaw montre de haut en bas :

1. Limon avec cailloux de quartz	1m,21
2. Marne argileuse blanche, avec des fossiles	1 ,81
3. Argile bleue, feuilletée, avec des pyrites	3 ,13
4. Marne grossière, avec *Gryphæa convexa*, jusqu'au niveau de la rivière	3 ,69

Ces couches sont superposées à la coupe précédente de Finch's Ferry.

Entre la Tombigby et le Warrior, les calcaires, en bancs épais et uniformes, constituent un sol plat, et ne peuvent être étudiés que dans les coupes naturelles. La roche, quelquefois assez solide, semble avoir été percée dans toutes les directions, d'où le nom de *bored rock*, sous lequel elle est connue dans le pays. Ces cavités résultent de la disparition de nodules argileux, ramifiés, diversi-

formes, plus tendres que la roche enveloppante, et qui ont été entraînés par l'action des agents atmosphériques. M. Tuomey suppose que ces nodules s'étaient formés par voie de ségrégation de la matière argileuse, disséminée dans la pâte calcaire, lorsque celle-ci était encore molle.

A Jones's-Bluff, sur la Tombigby, une coupe de 30 mètres de hauteur et de un demi-mille de long, met à découvert une masse presque homogène de calcaire tendre (*rotten limestone*, calcaire pourri), d'un gris foncé ou blanchâtre, et devenant plus blanc par son exposition à l'air. Quelques bancs plus solides que les autres forment des saillies ou des reliefs dans la hauteur de l'escarpement. On y rencontre de la chaux carbonatée et du fer sulfuré. Au-dessous d'Érié, sur la rive orientale, on trouve les fossiles suivants: *Inoceramus Barabini*, Mort., *Gryphœa mutabilis*, id., *Cardium*, *Hamites arculus*, Mort., *Pecten quinquecostatus*, Sow., *Ostrea cretacea*, Mort., *Trigonia thoracica*, id., *Hamites torquatus*, id., *Natica petrosa*, id., *Hippurites.* Près du pont Lafayette, on y a recueilli des Hippurites, *Hamulus onyx* , *Ostrea plumosa*, Mort., *Exogyra costata*, id., des dents de *Lamna*, etc. L'auteur cite encore, aux environs d'Athènes, plusieurs localités où les fossiles sont très abondants, et où les coquilles, ordinairement à l'état de moules, ont au contraire conservé leur test. Ce sont particulièrement *Exogyra costata*, *E. mutabilis*, Mort., *Plicatula urticosa*, id., *Placuna scabra*, *Ostrea plumosa*, Mort., *O. falcata*, id., et des restes de *Mosasaurus.* Dans la direction de Cahawba, ces roches plongent sous le limon rouge et les cailloux tertiaires. Près de cette ville, sur l'Alabama, on remarque la même superposition, et le calcaire inférieur au dépôt meuble, dans lequel les puits sont creusés, renferme des Inocérames, des Exogyres, des Hippurites et l'*Ammonites placenta.*

Le caractère le plus frappant de ces divers strates est l'uniformité de leur composition. Quelquefois seulement, une certaine prédominance de la matière calcaire leur donne plus de solidité. Des échantillons retirés, par la sonde, d'une profondeur de 195 mètres, ne différaient de la roche de la surface que par un peu plus de sable et de dureté.

Sur la route de Cahawba à Prairie-Bluff, au delà du ruisseau de Bogue Chitto, la partie supérieure de la coupe montre un banc de sable de 6 mètres d'épaisseur, avec des Exogyres, puis une couche épaisse de limon sableux, foncé, un peu endurci, avec *Ostrea falcata* et

Pecten quinquecostatus. Jusqu'à Prairie-Bluff, l'assise supérieure continue avec des bancs calcaires subordonnés. Le haut de la falaise, dans cette localité, est un calcaire solide, rempli d'*Exogyra costata*, et les environs sont très riches en fossiles de la formation. Au-dessous est un banc de sable avec des lits durs subordonnés, puis vient un banc également solide, siliceux, d'une teinte foncée.

Sur les bords de la Tombigby, les roches qui nous occupent ne sont pas moins développées que sur ceux de l'Alabama. Autour de Livingston, les fossiles sont très répandus, entre autres : *Belemnites americanus*, Mort. (*B. mucronatus*, Schloth?), *Ammonites Conradi*, id., *Hamites torquatus*, id., *Turritella vertebroides*, id., *Rostellaria arcuarium*, id., *Ostrea plumosa*, id., *Gryphæa vomer*, id., *Placuna scabra*, *Cucullæa vulgaris*, *Serpula barbata*, *Nautilus Dekayi*, Mort., *Baculites carinatus*, id., *Trochus leprosus*, id., *Scalaria Sillimani*, id., *Ostrea falcata*, id., *Gryphæa mutabilis*, id., *Exogyra costata*, id., *Plicatula urticosa*, id., *Trigonia*, etc. A Gainesville, à 183 mètres de profondeur, on a rencontré un banc épais de sable vert. La couche la plus profonde que l'on ait atteinte était une argile tenace, ressemblant beaucoup à celle de Finch's Ferry, sur le Warrior. En général, les couches les plus basses que l'on ait traversées renfermaient une plus grande quantité de mica que sur aucun autre point du pays.

M. Tuomey a donné (p. 130) une liste des fossiles crétacés de l'État d'Alabama ; cette liste comprend 45 espèces, parmi lesquelles sont des vertèbres de *Mosasaurus*, des dents de *Lamna* et d'*Otodus*, une carapace de Tortue, les genres *Corax* et *Phtychodus*, puis 4 espèces d'Ammonites, 4 Baculites, 3 Hamites, 1 Troque, 1 Turritelle, 1 Scalaire, 2 Rostellaires, 2 Natices, 4 Huîtres, 3 Gryphées, 1 Exogyre, 1 Peigne, 1 Anomie, 1 Placune, 1 Plicatule, 2 Inocérames, 1 Cucullée, 1 Crassatelle, 1 Térébratule, 1 *Hamulus*, 1 Trigonie, 1 *Venilia* et 1 Serpule. Mais nous ne voyons pas figurer dans cette liste les Hippurites, entre autres l'*H. Mortoni*, ni le *Belemnites americanus* et le *Nautilus Dekayi*, mentionnés dans le cours de la description.

Résumé. La formation crétacée de l'État d'Alabama se compose donc de sables meubles, d'argiles feuilletées de teintes foncées, et de calcaires argileux tendres. Les sables et les argiles forment la partie inférieure que surmontent les calcaires, et ils affleurent sur la limite septentrionale de la zone. Les couches sableuses sont, comme on l'a dit, le grand réservoir des eaux artésiennes. Au-dessus, vient e

calcaire tendre, ou *calcaire pourri* (*rotten limestone*), composé de calcaires, de sable et d'argile. Son aspect est très uniforme, et il n'a pas moins de 300 mètres d'épaisseur. Il est dépourvu d'eau et plonge au S. sous un angle très faible; il a été traversé dans le forage de la plupart des puits artésiens. Il passe vers le haut à des couches sableuses, comme aux environs de Prairie-Bluff. En général, les assises inférieures sont celles qui contiennent le plus de restes de poissons, et celles du milieu les débris de reptiles. La *Gryphæa vomer* et l'*Ostrea subspatulata* n'ont été rencontrées que sur un seul point (Prairie-Bluff). L'uniformité de cette assise calcaire communique au pays un caractère particulier. Sa surface légèrement ondulée est d'une grande fertilité. Enfin les dépôts superficiels, sous forme de monticules isolés, sont les restes d'une autre formation, en partie dénudée, et qui recouvrait autrefois tout le pays.

États du Mississipi et du Tennessee.

La formation crétacée, composée, comme nous venons de le voir, dens l'État d'Alabama, occupe la plus grande partie de celui du Mississipi, s'appuyant à l'E. contre les roches siluriennes des dernières ramifications des Apalaches, et s'étendant à l'O. jusqu'au delà du fleuve, pour se prolonger encore dans le Texas et l'Arkansas. Au N., ces dépôts remontent, entre le Tennessee et le Mississipi, jusque sur les confins du Kentucky, où ils recouvrent les mêmes roches qu'à l'E. A l'ouest de la rivière du Tennessee, dit M. D. Dale Owen (1), et jusque près du débouché de l'Ohio dans le Mississipi, sont des marnes argileuses gris clair, à la partie supérieure, et des marnes sableuses verdâtres, à la base. Leur épaisseur n'est pas connue au delà de 25 mètres. On y trouve une grande quantité d'ostracées, dont plusieurs espèces sont communes aux deux assises, telles que l'*Exogyra costata*, l'*Ostrea sandalina* et la *Gryphæa convexa*. Ensuite l'*Ostrea vesicularis*, une autre *Ostrea* voisine de l'*O. falcata*, l'*O. conirostris*, l'*O. larva*, des Hamites et des Baculites se rencontrent dans l'une ou l'autre.

G. Troost (2), dans plusieurs rapports sur la géologie de l'État du Tennessee, a fait connaître le développement et les caractères miné-

---

(1) *On the geology*, etc. : Sur la géologie des États de l'ouest (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 8, p. 433, 1846 (mémoire lu en 1842)).

(2) *Fifth geol. report*, etc. : Cinquième rapport fait en 1849. Nashville, 1840, avec carte et coupes. -- Voyez aussi les rapports antérieurs.

ralogiques et stratigraphiques, ainsi que les corps organisés des couches crétacées de ce pays. Sa carte générale montre qu'elles occupent en effet tout l'espace compris entre le Tennessee et le Mississipi, et la coupe fait voir qu'elles forment une plaine presque horizontale, s'appuyant à l'est contre le terrain de transition, également horizontal.

Le sable vert, qui constitue ainsi une portion de l'ouest de cet État, comprend un grès ferrugineux qu'on observe dans les comtés de Perry, d'Hardin, de Mc Nairy et d'Henderson. Dans ceux de Purdy et de Mc Nairy, le grès est surmonté de sable vert, dont les fossiles caractéristiques ont été décrits par M. Morton. Dans ce même district, des bancs considérables de marnes y sont subordonnés et renferment les fossiles des couches correspondantes du New-Jersey et du Maryland (1). Les marnes calcaires de Purdy, dans le comté de Mc Nairy, ont offert les fossiles suivants : *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. falcata*, Mort., *O.* comparé à l'*O. sandalina*, Gold., *O. conirostris*, Nils., *O. flabellata*, Lam., *O. lateralis*, Nils., *O. larva*, Lam., *Gryphæa convexa*, Say, *Exogyra costata*, Say, *Hamites Verneuili*, Troost, *H. Leaii*, id., *Baculites*, *Natica*, *Rostellaria macrodactyla*, id., *Delphinula*, *Turritella* rapportée à la *T. imbricataria*, Lam., mais probablement différente, *Dentalium* (2).

§ 3. Texas, Arkansas et nouveau Mexique.

Texas.

La géologie du Texas est surtout connue par les recherches de M. Ferdinand Roemer qui, de 1846 à 1852, a publié plusieurs ouvrages sur ce pays. Ce que nous en dirons est puisé dans celui qui est intitulé *Texas* (3), et dans un autre plus récent, consacré particulièrement à la formation crétacée (4).

Cette formation joue un rôle très important dans la composition du sol de ce pays, où les roches carbonifères, siluriennes et quel-

(1) *Fourth geol. report*, etc.: Quatrième rapport géologique, p. 19. Nashville, 1837.

(2) *Fifth geol. report*, p. 45, Appendice.

(3) In-8° avec carte géologique. Bonn, 1849.

(4) *Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschlüsse*. In-4, avec 11 pl. de fossiles. Bonn, 1852. — Voyez aussi : *A. Sketch.*, *etc.* : Esquisse de la géologie du Texas (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. II, p. 358, 1846).—*Contributions to the geology*, etc. : Documents sur la géologie du Texas (*Ibid.*, vol. VI, p. 21, 1848).

ques masses granitiques n'occupent, comparativement, que des surfaces peu considérables. Elle constitué la plus grande partie des plaines et des plateaux, et se prolonge sans interruption, du Presidio de Rio-Grande, près du Rio-Bravo del Norte, jusqu'au fort Towson, près de la Kiameska, affluent de la rivière Rouge, sur une étendue de 440 milles anglais. De San-Antonio de Bexar, on la suit au N.-O., jusqu'à la rivière Llano, sur une étendue de 140 milles, et, après quelques interruptions occasionnées par le relèvement des roches plus anciennes, on la voit encore fort loin dans cette direction. De San-Antonio aux chutes du Brazos, les observations ont été continues, et la limite des roches bien déterminée, mais, de la même ville à Presidio de Rio-Grande, les données moins complètes n'ont pas permis un tracé aussi exact. On peut penser toutefois que cette limite se trouve, comme au N.-E., à l'endroit où l'on voit les montagnes commencer à s'élever au-dessus des plateaux.

Outre que M. A. Wislizenus (1) a trouvé près de Mir, non loin de l'Alamo, 4 milles au-dessus de l'embouchure du Rio del Norte ou Rio-Grande, des couches de grandes Huîtres ou Exogyres, qui paraissent appartenir à la craie, au-dessous de Laredo, près du même fleuve, des collines entières sont aussi composées d'une espèce d'Huître, qui a 9 à 10 pouces de long sur 2 ou 3 de large, et qui appartient peut-être encore à l'*Exogyra ponderosa*. Elle y est accompagnée de plusieurs autres fossiles (2). Des débris de corps organisés ont également été reconnus au N.-O., près de Presidio de Rio-Grande. Quant au point extrême où la craie a été signalée dans la direction du N.-E., c'est l'endroit où l'on a trouvé une Ammonite, sur le bord de la rivière de la Trinité, non loin de la rivière Rouge. La craie se terminerait à la jonction de la Kiameska avec cette dernière, et ces localités ont fourni beaucoup de fossiles que M. Morton a décrits dans son *Synopsis*.

Dans toute cette étendue, les dépôts crétacés se présentent avec des caractères minéralogiques et paléontologiques différents, suivant qu'on les étudie dans les plaines et les coteaux peu élevés, ou bien dans les plateaux qui longent et limitent les plaines au N.-E.

---

(1) *Mem. of a tour to North-Mexico connected with colonel Doniphan's expedition* 1846-1847 *with a scient. appendix and map*, p. 138, 1848.

(2) Bryant T. Tilden, *Notes on the upper Rio-Grande*, p. 22, Philadelphie, 1847.

en les dominant. Aussi M. Roemer, dans son dernier ouvrage publié en 1852, celui que nous suivrons de préférence comme le plus complet relativement au sujet qui nous occupe, décrit-il séparément les couches de ces deux régions naturelles.

Craie des plaines.

Près de la colonie allemande de Neu-Braunfels, au gué de la chaussée espagnole qui conduit de San-Antonio de Bexar à Nacogdoches, la rive droite du Guadalupe montre, de haut en bas, sur une hauteur d'environ 10 mètres, une couche d'argile limoneuse avec un banc de cailloux roulés, réunis par un ciment calcaire et renfermant des débris de mammifères de l'époque quaternaire. Au-dessous, dans le lit de la rivière, est un calcaire en bancs horizontaux ou plongeant de 10° au N.-O., blanc, avec des grains verts passant à une marne calcaire peu solide, et comparé, par l'auteur, au *calcaire pläner* du nord de l'Allemagne. A 2 milles de ce point, le calcaire blanc forme des monticules coniques, à couches horizontales. En descendant la rivière, on atteint des assises plus basses de 6 à 7 mètres d'épaisseur, dont la partie supérieure est aussi un calcaire à grains verts, passant à une sorte de brèche remplie d'écailles, de dents et de vertèbres de poissons. Au-dessus est une marne gris-bleu, peu solide. Ces mêmes calcaires blancs, avec leurs marnes, sont encore à découvert sur d'autres points, entre Neu-Braunfels et San-Antonio de Bexar; ils constituent le sous-sol de vastes prairies ondulées qui s'étendent entre ces deux points, et leur facile altération contribue beaucoup à la fertilité du pays.

Des 44 espèces fossiles que l'auteur signale dans ces couches, il en trouve 11 identiques avec des espèces déjà connues en Amérique ou en Europe (*Otodus appendiculatus*, *Oxyrrhina Mantelli*, *Corax heterodon*, *Nautilus elegans*, *N. simplex*, *Baculites anceps*, *B. asper*, *Inoceramus Cripsii*, *I. mytiloides*, *I. striatus*, *Pecten quadricostatus*). 6 autres, sans être tout à fait identiques avec des espèces d'Europe, peuvent cependant être considérées comme des formes analogues ou représentatives de celles de la craie de ce dernier continent. Ainsi le *Lamna texana* serait l'équivalent zoologique du *Lamna plicatella* Reuss, l'*Ammonites texanus* celui de l'*A. rhotomagensis*, le *Scaphites texanus* celui du *S. æqualis*, l'*Ostrea vesicularis* var. *aucella* celui de l'*O. vesicularis* var. *uncinella* Leym., la *Terebratula Guadalupæ* celui de la *T. gracilis* de Buch, enfin, l'*Hemiaster texanus* représenterait l'*H. Bucklandi*, Ag. Il y a ensuite 6 espèces dont les formes sont propres au Texas (*Ammonites dentato-*

carinatus, *A. Guadalupæ*, *Chemnitzia gloriosa*, *Eulima? texana*, *Inoceramus undulato-plicatus*, *Exogyra ponderosa*). Les autres espèces qui ne rentrent point dans ces catégories sont des formes qui n'ont rien de particulier, et qui ne caractérisent la craie d'aucun pays.

M. Roemer, réunissant dans une classification générale le groupe de la craie tuffeau à celui de la craie blanche, divise ainsi la formation crétacée en trois groupes seulement au lieu de quatre, les deux autres étant le gault et le groupe néocomien ; aussi trouve-t-il que les fossilès précédents annoncent que les couches du Texas représentent le *groupe supérieur* de l'Europe tel qu'il le comprend. Pour nous, nous y voyons plus particulièrement le premier et le second étage de la craie tuffeau ou du second de nos groupes. La comparaison que fait l'auteur avec le *pläner* du nord de l'Allemagne confirme d'ailleurs parfaitement notre manière de voir, si l'on se rappelle l'horizon auquel nous avons rapporté les marnes et les calcaires désignés sous ce nom. Mais M. Roemer voudrait y voir aussi, dans l'un et l'autre pays, un équivalent de la craie blanche, et le tout représenterait la fin de la craie tuffeau et le commencement du groupe suivant, ou bien encore un passage de leurs caractères, ce qui ne nous paraît pas plus admissible, d'un côté de l'Atlantique que de l'autre. Quant à l'aspect et à la nature des roches assez semblables dans les deux régions, ce sont des analogies de plus à l'appui du parallélisme présumé (1).

Sur la rive opposée du Guadalupe, les couches précédentes se continuent sans interruption jusqu'au Colorado. Le sol est partout jonché d'*Exogyra ponderosa*, que la décomposition de la roche enveloppante a laissées isolées. Les espèces les plus fréquentes ensuite sont l'*Exogyra læviuscula*, le *Spondylus Guadalupæ*, l'*Inoceramus Cripsii*, le *Baculites anceps*, un *Micraster* indéterminé et une grosse Ammonite. Trois de ces espèces se retrouvent dans les couches de Neu-Braunfels, et de plus les caractères pétrographiques sont les mêmes que dans cette dernière localité. L'*Exogyra*

(1) Dans une note (p. 14), l'auteur n'admet point la distinction de la craie blanche, de la craie de Maëstricht et de la partie supérieure de celle-ci représentée par le calcaire pisolithique, etc. Mais cette confusion vient probablement d'un manque de connaissance à ce sujet. On verra d'ailleurs dans ce qui suit que M. Roemer ne juge guère de la craie de l'Europe que par les listes de fossiles qu'ont dressées les paléontologistes, et non par les travaux stratigraphiques.

læviuscula représenterait l'*E. conica* et l'Ammonite citée l'*A. rhotomagensis*. Plus près de San-Antonio de Bexas, des calcaires marneux blancs, horizontaux, sont semblables à ceux de Cibolo. A l'est du Guadalupe, ces couches peuvent être suivies plus loin encore qu'à l'ouest; et sur la rive gauche, le long du chemin de Neu-Braunfels à Seguin, on rencontre des marnes jaunâtres tendres avec l'*Exogyra ponderosa* et quelques autres coquilles, le *Pecten virgatus*, Nils. (*P. arenatus* Gold.), le *Mytilus semiplicatus*, n. sp., la *Modiola cancellato-granulata*, n. sp., la *Trigonia thoracica*, fossiles qui, suivant M. Roemer, indiqueraient que ces strates sont plus élevés dans la série que la craie chloritée de l'Europe, ou second étage de la craie tuffeau.

Ces dépôts se prolongent l'espace de 50 milles, dans la direction du N.-E., jusqu'à Austen, qui est bâtie dessus. La présence de l'*Ammonites texanus*, sur la rive gauche du Colorado, peut servir partout de repère pour ce niveau, aussi bien que la *Radiolites austinensis*, espèce très voisine de la *Sphærulites crateriformis*, Des Moul. De là, jusqu'aux rapides du Brazos, pendant un espace de 20 milles, se déroulent toujours les mêmes couches ou leurs représentants. Le lit de cette rivière est formé de schistes bleu-grisâtre, et les calcaires blancs précédents se suivent, lorsqu'on remonte ce fleuve, jusqu'à Towacony-Creek et au delà, sur une étendue de 30 milles. Les fossiles sont ceux de la craie des plateaux (*Turrilites brazoensis*, etc.), et caractériseraient les couches chloriteuses, situées au pied de ceux-ci, sous les calcaires blancs qui règnent depuis San-Antonio jusqu'au Brazos.

Craie des plateaux.

Les couches qui forment les plateaux du Texas se distinguent de celles de la plaine, à la fois par leurs caractères pétrographiques et paléontologiques. Ces différences s'observent surtout à Neu-Braunfels, là où ces plateaux se séparent nettement des plaines ou coteaux inférieurs. Lorsqu'on monte la colline, couverte de cèdres, située près de la ville, on atteint des bancs de calcaire dur, solide, jaune, gris, à cassure esquilleuse, avec des rognons de silex noirs et jaunâtres, alternant avec des marnes tendres, en lits horizontaux, et qui se continuent jusqu'au sommet. Cette série, d'environ 60 mètres de hauteur, diffère de toutes les roches crétacées du nord de l'Amérique par la solidité de ses calcaires qui, sans les fossiles, lui ferait assigner une origine beaucoup plus ancienne. On n'y observe point d'argile ni de sable, et ses caractères se maintiennent depuis Neu-Braunfels jusqu'à Friedrischsburg et la rivière Llano, l'espace

de 90 milles, toujours avec la *Caprotina texana* et de nombreux fossiles. L'inaltérabilité de la roche rend le pays stérile, et augmente encore le contraste avec les surfaces qu'occupent les assises précédentes. Partout l'horizontalité des assises est parfaite, et l'uniformité du sol n'est interrompue que par les coupures formées par le lit des rivières.

Dans la colline des Missions, à trois milles de Neu-Braunfels, cette localité que cite si souvent l'auteur, on remarque des calcaires marneux, jaunâtres, remplis d'*Exogyra arietina* et de *Gryphæa Pitcheri*, Mort., comme à Kiamaska et sur les bords de la rivière Vert-de-gris, dans l'Arkansas. A quelques milles au nord, ces calcaires sont encore plus développés. Les ostracées abondent particulièrement dans une vallée latérale qui débouche dans celle du Guadalupe, à Wacoe Indien, et près des rapides de la rivière on voit au-dessous des calcaires, avec une *Ostrea* voisine de l'*O. carinata*, une Térébratule voisine de la *T. semiglobosa*, la *T. wacoensis*, la *Lima wacoensis*, le *Globiconcha planata*, un Pleurotomaire ressemblant au *P. perspectiva*, etc. Une coupe faite non loin de la vallée du Guadalupe montre de haut en bas :

1°	Calcaire blanc, à cassure esquilleuse, sans fossiles.	10m
2°	Calcaire tufacé, poreux, très solide, gris foncé et magnésien, avec *Caprina Guadalupæ*, espèce voisine de la *C. Aiguilloni*, d'Orb., *Caprotina texana* voisine de la *C. Archiaciana*, d'Orb., *Dipilidia texana*, et un *Pecten*	7m
3°	Calcaire gris jaune, à cassure terreuse avec *Exogyra texana*.	

M. Roemer cite la *Caprotina texana* dans le lit desséché du Rio-Salado, l'*Orbitolites texana* (1) au passage du Guadalupe et la *Natica prægrandis* avec beaucoup de rudistes, particulièrement, des Sphérulites, dans les calcaires blancs. La ligne de partage des eaux du Guadalupe et du Pedernales qui atteint environ 600 mètres d'altitude, est formée de calcaires alternativement solides et friables, horizontaux et remplis d'*Exogyra texana*, la coquille la

(1) A en juger par la description et la figure que M. Roemer donne de ce fossile, il ne serait pas du tout voisin, comme il le croit, de l'une des Orbitolites de Maestricht, mais il nous paraît beaucoup plus rapproché de l'*O. concava*, Lam., si même ces corps ne sont pas identiques.

plus constante de la craie des plateaux. Les calcaires marneux jaunâtres renferment des silex en rognons, et le lit des ruisseaux et des torrents met à découvert les fossiles qui caractérisent cet étage. Aux environs de Friedricsburg on en a recueilli 36 espèces dont le plus grand nombre est propre à ce pays. Quelques unes seulement se retrouvent en Europe, telles que la *Trigonia crenulata*, Lam., le *Cardium Hillanum*, Sow. et le *Pecten quadricostatus*, id. D'autres seraient des équivalents zoologiques d'espèces de l'ancien continent. C'est ainsi que l'*Actæonella dolium*, n. sp., représenterait l'*A. lævis*, d'Orb.; l'*Arcopagia texana*, n. sp., l'*A. numismalis*, d'Orb.; le *Cardium Sancti-Sabæ*, n. sp., le *Cardium caudatum*, F. Roem. (*Pholadomya caudata*, Ad. Roem.); l'*Avicula convexo-plana*, n. sp., l'*Avicula anomala*, Sow.; l'*Exogyra texana*, n. sp., l'*E. Matheroniana*, d'Orb.; le *Cyphosoma texana*, n. sp., le *C. thiara*, Ag.; enfin le *Toxaster texanus*, n. sp., le *T. complanatus*, Ag.

Nous avons déjà fait remarquer que M. Roemer, beaucoup plus préoccupé des listes de fossiles, dressées par les paléontologistes, que de l'étude stratigraphique des pays d'où ils proviennent, avait proposé quelques rapprochements qui ne nous paraissent pas fondés. Ainsi, nous le voyons (p. 18) placer la *Trigonia crenulata* et le *Cardium Hillanum* dans la craie micacée du bassin de la Loire (1), tandis que ces coquilles sont situées plus bas dans la série et appartiennent au quatrième étage du troisième groupe, celui des calcaires sableux et grès à Trigonies de la Sarthe et de l'Orne. Plus loin, il met l'*Actæonella lævis* sur l'horizon des couches que M. Alc. d'Orbigny avait d'abord désignées sous le nom de *troisième zone de rudistes;* or, l'étage où se trouve cette coquille est précisément au-dessus de cet horizon, et en est stratigraphiquement et zoologiquement parfaitement séparé. M. Roemer paraît aussi regarder ce que M. Alc. d'Orbigny a appelé *étage turonien* comme représentant l'assise désignée auparavant sous le nom de craie chloritée, et cela n'est pas entièrement vrai, du moins pour nous. Au reste, il est facile de voir que ces erreurs du savant paléontologiste allemand proviennent de l'importance trop grande qu'il attribue à des coupes et à des dénominations qui sont sans valeur réelle, puisqu'elles n'ont pour base aucun travail stratigraphique sérieux.

Bien que cette craie des plateaux du Texas soit sans doute plus

---

(1) C'est l'assise que M. Alc. d'Orbigny a appelée *étage turonien*, expression dont nous avons discuté la valeur (*antè*, vol. IV, p. 380).

récente que la période du gault, et puisse appartenir à ce que M. Roemer appelle *craie supérieure*, dans le sens tout particulier qu'il attribue à cette expression, elle nous paraît réellement plus ancienne que les assises de la plaine, et cela malgré le niveau absolu plus bas de ces dernières. C'est d'ailleurs l'opinion de l'auteur lui-même, qui ne paraît pas avoir observé de superpositions directes très nettes de l'un de ces systèmes par rapport à l'autre. Les fossiles, à la vérité, sont très différents dans la région des plateaux et dans celle des plaines; mais comme ils diffèrent également beaucoup sur divers points ou dans diverses localités d'une même région, leur examen comparatif n'a été que d'un faible secours pour établir la chronologie des assises. Certaines formes cependant, telles entre autres que l'*Exogyra texana*, semblent occuper un niveau assez constant aux environs de Friedrichsburg, dans la vallée du San-Saba, sur beaucoup de points du cours du Pedernales, etc. Les couches à Caprotines se trouvent dans les montagnes qui séparent cette rivière du Guadalupe, et les marnes de la colline des Missions, avec la *Gryphæa Pitcheri*, se rattachent par les mêmes fossiles aux couches de Neu-Braunfels et de Friedrichsburg.

Résumé.

Ce que nous venons de dire suffit pour montrer les rapports et les différences qui existent entre les dépôts crétacés du Texas et ceux des autres parties de l'Amérique du Nord, que nous avons étudiés jusqu'à présent, comme avec ceux de l'ancien continent. Il ne nous paraît pas nécessaire d'insister sur les détails dans lesquels M. Roemer est entré à ce sujet, d'autant plus que, relativement à certaines appréciations particulières, il ne possédait pas tous les éléments nécessaires pour résoudre la question d'une manière affirmative ou négative, suivant le cas. Mais le parallélisme qu'il a proposé, envisagé d'une manière générale, nous semble parfaitement fondé et basé sur des preuves peu contestables. Nous reproduirons ici les conclusions que l'auteur a formulées de la manière la plus explicite à la fin de ses considérations paléontologiques (p. 25) :

1° La formation crétacée, de composition exclusivement calcaire, occupe une partie considérable de la surface du Texas, s'étendant de la rivière Rouge au Rio-Grande, et comprenant à la fois la plus grande portion de la région connue des plateaux pour se prolonger jusqu'à la limite sud de celle des plaines;

2° Les roches de ces dernières sont des calcaires blancs, marneux, peu épais, tandis que celles des plateaux forment un puissant système de calcaires solides, alternant avec des lits de silex et des marnes.

3° La formation crétacée du Texas appartient en totalité aux dépôts postérieurs au gault, et correspondrait à la craie blanche et à la partie supérieure de la craie chloritée;

4° Les calcaires, et particulièrement ceux des plateaux, comparés aux calcaires de l'ancien continent, montrent, sous les rapports pétrographiques et zoologiques, la plus grande ressemblance avec les étages de la craie du midi de l'Europe, sur le pourtour de la Méditerranée, ressemblance qui ressort surtout de la présence des rudistes;

5° D'un autre côté, les dépôts crétacés de l'Amérique du Nord, particulièrement du New-Jersey, du Maryland, etc., ont, sous les mêmes rapports, beaucoup d'analogie avec ceux de l'ouest de l'Europe, et en particulier du nord-ouest de l'Allemagne; il est donc probable que les différences observées à la fois au nord et au sud des deux continents sont dues aux mêmes causes;

6° Quant à leur position géographique respective, les marnes crayeuses du New-Jersey ne sont pas sous la même latitude que les couches qui leur correspondent en Angleterre et dans le nord de l'Allemagne, et il en est de même des dépôts du Texas, relativement à ceux qui circonscrivent la Méditerranée. La zone de latitude du New-Jersey passe par Madrid et Corfou; celle du Texas atteint la côte occidentale de l'Afrique et passe au midi de l'Atlas, de sorte qu'il y a environ 15 degrés de différence, quant à la latitude des dépôts correspondants des deux côtés de l'Atlantique, ou, en d'autres termes, on doit supposer qu'il y avait sur les deux continents, pendant cette période, des différences de climat tout à fait comparables à celles qui existent aujourd'hui aux mêmes latitudes, et la courbe tracée par les lignes isothermes était par conséquent déjà ce qu'elle est actuellement. Ce fut probablement aussi vers ce temps que la chaleur solaire influença presque seule les phénomènes météorologiques, par suite du refroidissement séculaire presque complet de la surface terrestre; cette chaleur aura déterminé les saisons et les climats avec plus de netteté qu'auparavant (1).

Les belles planches qui accompagnent les descriptions de fossiles de M. Ferd. Roemer nous ont aussi suggéré quelques observations, peut-être trop minutieuses ou trop spéciales pour trouver place ici, mais qui, en résumé, nous portent à croire que la craie

(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 16. — Réunion des géologues américains à Boston, en 1847, etc.

blanche, proprement dite, n'est pas représentée dans le Texas, et que les diverses assises qu'on y observe appartiennent probablement toutes au groupe de la craie tuffeau.

Arkansas.

Dès ses premiers travaux paléontologiques, M. S.-G. Morton avait signalé la présence de fossiles crétacés dans l'État d'Arkansas, à l'ouest du Mississipi, et vers le même temps, M. G.-W. Featherstonhaugh (1) annonça qu'il avait observé, dans le même État, jusqu'à la latitude de 33° 45′, des dépôts appartenant à cette période. Plus à l'ouest, dit-il, ils existent sur les bords de la Kiameska et sur divers points du cours de la fausse Washita, jusqu'à la limite orientale des grès qui forment le versant est des montagnes Rocheuses. Non loin de la jonction du Caddo et de la Washita, les grès ne présentent plus que des lambeaux isolés, et le sol paraît être crétacé jusqu'au delà du petit Missouri, d'un côté, et jusqu'à la rivière Rouge, de l'autre. D'immenses prairies se déroulent, parallèlement à ce dernier cours d'eau, sur un sol de terre noire foncée, que supportent des couches remplies de *Gryphæa convexa*, d'*Exogyra costata*, etc.

En remontant ensuite au N., vers les Black-Hills, l'auteur vit ces dépôts se prolonger au delà du Missouri et du 43° degré, pour finir probablement au sud de la contrée de Maaden, entre les montagnes précédentes et le plateau du Coteau de Prairie. Nous verrons tout à l'heure que l'exactitude de ces quelques indications jetées, pour ainsi dire, au milieu de ces vastes contrées, a été entièrement confirmée par les voyageurs qui les ont parcourues depuis.

La carte géologique des États-Unis, jointe au second volume du voyage de M. Lyell, indique les contours généraux de cette région crayeuse occidentale, mais, publiée antérieurement aux recherches de M. Roemer, elle a laissé le Texas comme une terre à peu près inconnue.

Nous venons de mentionner incidemment un vaste système de grès, généralement rouges, qui paraît être le dépôt sédimentaire le plus important des deux versants de la chaîne si complexe des montagnes Rocheuses, mais sur l'âge duquel nous n'avons point de données. On pourrait y voir un membre du trias, en supposant que la formation jurassique manquât tout à fait, ou bien un système

(1) *Geological report*, etc. : Rapport géologique sur une excursion faite en 1834 dans le pays situé entre le Missouri et la rivière Rouge. In-8, Washington, 1835.

encore plus ancien; mais, quoi qu'il en soit, il paraît former le *substratum* des couches crétacées, au pied du versant oriental de cette chaîne; et, comme nous n'avons aucune raison de croire qu'il puisse représenter le groupe néocomien, nous remettons à le décrire ultérieurement. M. H.-C. Whiting (1) a aussi esquissé à grands traits les limites de ces grès et des calcaires crétacés, depuis le Rio-Grande jusqu'à Eagle-Pass, sur la rivière Rouge, limites qui s'accordent sensiblement avec ce que nous avons dit d'après d'autres voyageurs.

§ 4. Bassin du Missouri.

Observations diverses.

Lorsqu'on remonte le Missouri, à partir de son confluent avec le Mississipi, on trouve sur les bords de la rivière des escarpements de 60 à 90 mètres de hauteur, qui appartiennent au terrain de transition; mais lorsqu'on a passé le débouché de la rivière Plate (*Plate river* ou Neobraska), on rencontre des argiles bleues et des grès assez solides, rapportés à la craie (2). Les silex n'ont pas été observés en place; mais ils abondent dans les rivières, et ressemblent à ceux des bords de la Tamise. Une Bélemnite a été recueillie dans ce district. A partir du Big-Bend, et jusqu'aux montagnes Rocheuses, tant sur le Missouri que sur la rivière Jaune, s'étend aussi un vaste dépôt, très riche en fossiles, et comparé par M. H.-D. Rogers au grès vert d'Angleterre. On y cite une Hamite, une Gryphée voisine de la *G. columba* et le *Belemnites compressus*. Au-dessus du Big-Bend se montre également une assise fort étendue, composée de lignite, de grès et d'argile, atteignant 60 à 90 mètres d'épaisseur totale, dont la stratification est horizontale, et qui paraît être moins ancienne que les précédentes.

(1) *Report of the secretary of war*, etc. : Rapport du secrétaire de la guerre avec la reconnaissance des routes de San-Antonio à El Paso, p. 237. In-8, Washington, 1850. — Voyez aussi : D. Dale Owen, *On the geology*, etc. : Sur la géologie des États de l'ouest de l'Amérique (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 8, p. 433, 1846, mémoire lu en 1842).

(2) *Some facts in geology*, etc. : Quelques faits sur la géologie des parties centrales et occidentales du nord de l'Amérique, puisés principalement dans les renseignements inédits des derniers voyageurs, par M.-H. D. Rogers (*Proceed. geol. Soc. of London*, p. 103, vol. II, 1835). — Greenough, *Anniversary address*, etc., *ib.*, p. 157. — Voyez aussi : S. G. Morton, *Synopsis of the organic remains of the cretaceous rocks*. In-8, 19 pl., 1834.

Travaux de Nicollet.

Un savant, doué d'une énergique persévérance et de beaucoup de sagacité, mais trop tôt enlevé à son pays, J.-N. Nicollet (1), consacra cinq années à l'étude de la partie occidentale du bassin du Mississipi, considérée à la fois sous le rapport géodésique, géographique et des sciences naturelles. Les hautes prairies de la rive droite du Missouri s'élèvent, dit-il, graduellement vers les montagnes Rocheuses et constituent le désert américain (*american desert*). La rivière est profondément encaissée sur son bord gauche par le *Coteau des Prairies* du Missouri. Sur une étendue de 235 milles, comprise dans cette vallée, depuis le Niobrarah (rivière d'Eau qui court) jusqu'au fort Pierre-Chouteau, du 42° 30′ au 44° 30′ de lat. N., la formation crétacée offre partout le plus complet développement.

(P. 35.) La craie commence sur la rive droite du Missouri, au-dessus du confluent de la rivière des Sioux (42°30′ lat. N.), où elle recouvre les roches carbonifères (*mountain limestone*). Dans les escarpements de Dixon (Dixon-Bluff), situés un peu plus haut, on observe à partir du niveau de la rivière :

1° Calcaire argileux avec une très grande quantité d'*Inoceramus Barabini*, s'élevant à un mètre au-dessus des eaux, et renfermant du fer sulfuré en cristaux cubiques, cubo-octaèdres et octaèdres;

2° Marne calcaire grise, grisâtre, bleuâtre ou jaunâtre, peu fossilifère, de 9 à 12 mètres d'épaisseur ;

3° Argile jaunâtre, un peu ferrugineuse avec des veines de gypse cristallisé et des rognons ou *septaria* assez fréquents.

Ces trois assises constituent la base de la formation crétacée du bassin supérieur du Missouri. Lorsque l'on continue à remonter la rivière, l'assise n° 1 disparaît par suite du relèvement du fond de la vallée. L'assise n° 2 forme alors des escarpements de 10 à 12 mètres, caractérisés par les mêmes fossiles (Orbicules, écailles de poissons, etc.). Au-dessus est un banc mince de chaux carbonatée fibreuse, rempli d'*Ostrea congesta*, Cour., et de nombreux foraminifères, que M. Bailey assimile à ceux des couches crétacées du New-Jersey (2). La troisième assise, gypsifère, d'épaisseur variable,

---

(1) *Report intended to illustrate map*, etc.: Rapport pour accompagner une carte du bassin hydrographique du Mississipi supérieur, p. 36, in-8, Washington, 1843, avec un grand nombre de coupes géologiques, de cartes et de planches de fossiles. — Voyez aussi : *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 153; 1843.

(2) *Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 321, 2 pl., 1842.

mais moyennement de 6 mètres, est divisée en lits minces par des bancs d'argiles endurcie. Ces argiles gypseuses, qui sont jaunâtres à la base, deviennent noires et plus feuilletées vers le haut. Le gypse est cristallin, en fer de lance, en rose, en feuillets, etc. Enfin le quatrième, ou dernier membre de la formation crétacée de la rive droite du Mississipi, est un grand dépôt d'argile plastique, d'environ 60 mètres d'épaisseur, divisé en deux parties égales par une couche de carbonate de chaux argileux et ferrugineux en nodules. Ces derniers, par la destruction de la couche, sont souvent accumulés au pied des escarpements et au fond des ravins. Un grès ferrugineux qui fait encore partie de cette assise se divise en plaques polygonales, à la surface desquelles on voit de nombreuses lignes concentriques, tellement régulières qu'on les prendrait pour la coupe transverse de bois dicotylédones. Quelques lits calcaires paraissent être aussi subordonnés à la masse d'argile.

La partie supérieure de celle-ci est surtout riche en fossiles, dont l'état de conservation est remarquable. Presque tous appartiennent à des espèces nouvelles d'Ammonites, de Baculites, de Bélemnites, d'Hipponyces, de Cythérées, de Tellines, d'Inocérames, etc. L'*Inoceramus Barabini* est la coquille la plus caractéristique de toute la formation (1). Les restes de vertébrés, décrits par M. Harlan (2), ont leurs analogues dans les couches crétacées des côtes de l'Atlantique et montrent ainsi la contemporanéité des dépôts de l'est et de l'ouest du continent. Ces derniers peuvent être observés sur une étendue de 400 milles, lorsqu'on suit le cours des rivières, depuis l'embouchure de celle des Sioux ; mais Nicollet estime qu'ils peuvent se prolonger encore jusque près de la rivière Pierre Jaune (*Yellow Stone river*), c'est-à-dire alors sur une étendue d'environ 1000 milles dans la direction du N.-O. Quant à leur limite occidentale, si l'on en juge d'après des échantillons d'*Ammonites placenta* et de *Baculites ovatus*, provenant des argiles de la partie supérieure du cours des rivières Blanche et Shayen, elle se trouverait à une distance de 250 milles par eau.

(P. 237.) Les fossiles recueillis dans les couches crétacées des bords du Missouri sont l'*Inoceramus Barabini* ? Mort., et des écailles de poissons ; puis dans les marnes calcaires *Ammonites pla-*

(1) Voyez S.-G. Morton, *Journ. de l'Acad. des sc. nat. de Philadelphie*, vol. VIII, 1842.
(2) *Ibid.*

centa, Dek. (très grand et qui se trouve aussi dans le New-Jersey, etc.), *A. Mandanensis*, Mort., *A. Nicolleti*, id., *A. abyssinus*, id., *A. Conradi*, id. (se trouve dans l'Alabama) ; *Baculites ovatus*, Say (aussi de l'Alabama), *B. compressus* (c'est le même que le précédent déprimé), *B. mucronatus*, Schloth. (New-Jersey, Alabama et Europe) ; *Hipponyx borealis*, Mort. ; *Avicula cretacea*, Conr. ; *Cytherea missouriana*, Mort. ; *Tellina occidentalis*, id. ; *Inoceramus Barabini*, id. (très abondant, de grandes dimensions, souvent comprimé, et voisin de l'*I. Cripsii*, Mant) ; *Ostrea vesicularis*, Lam., *O. congesta*, Conr. ; *Anomia tellinoides*, Mort. ; *Orbicula*.

Observations de M. Frémont.

Depuis le ruisseau d'Otter (*Otter creek*), non loin du confluent de la Kansas, dans le Missouri, par 95°15′ de longit. et 38°45′ de lat., jusque par 105° de longit. et 39° de lat., le long de la rivière Smoky-Hill, c'est-à-dire sur 7 degrés de longitude, M. J.-C. Frémont (1) a observé des calcaires jaunâtres, impurs, ou des calcaires compactes, variant du jaune foncé au brun cendré, remplis d'Inocérames, ou encore des calcaires de teintes claires, poreux et à grains fins. Ces diverses roches paraissent être le prolongement des assises crétacées de la Louisiane, de l'Arkansas et de celles dont nous venons de parler dans le bassin du Missouri. Elles occuperaient ainsi de grandes surfaces jusqu'au pied des montagnes Rocheuses. Celles qui ont été reconnues par 105° de longit. et 39° de lat. étaient presque verticales, et s'appuyaient contre la pente orientale de la chaîne, immédiatement au-dessous du Pike's Peak. Au delà règnent les granites et d'autres roches cristallines.

Par 112°45′ de longit. et 42°45′ de lat., un calcaire crayeux, ou sorte de craie, d'une teinte cendrée blanchâtre, renfermait des coquilles foraminifères, qui ont fait aussi supposer l'existence de dépôts crétacés en cet endroit. Les coquilles représentées fig. 1 et 2, pl. 4, de l'ouvrage de M. Frémont, semblent être deux Inocérames. L'une provient des calcaires gris jaunâtre de la rivière Smoky-Hill ; elle y est très répandue, et c'est aussi celle que Nicollet a trouvée près du Grand Détour (*Great Bend*) du Missouri ; l'autre a été extraite des calcaires gris jaunâtre, clairs, du versant oriental des montagnes Rocheuses, au pied du Pike's Peak.

(1) *Report of the exploring expedition*, etc. : Rapport sur l'expédition d'exploration des montagnes Rocheuses, p. 295, in-8, avec carte. Washington, 1845.

Remarques diverses

A la suite des découvertes de Nicollet, M. H.-D. Rogers (1) fit remarquer la différence profonde qu'il y avait entre la formation crétacée de l'Amérique du Nord et celle de l'Europe, différence telle, suivant lui, que sur 200 espèces fossiles découvertes dans cette partie du nouveau continent, il ne s'en retrouverait qu'une seule et même douteuse dans l'ancien. Il y aurait, au contraire, une analogie frappante entre les fossiles du New-Jersey et ceux du bassin du Missouri. Ce que nous avons dit de la craie du Texas, et même des États d'Alabama et de Tennessée, prouve que la différence entre les faunes des rives opposées de l'Atlantique, quoique très grande, n'est cependant pas aussi complète que le supposait alors le célèbre géologue américain.

Sir Ch. Lyell, qui ne connaissait pas encore le résultat des recherches de Nicollet, avait étendu la teinte verte de la craie de sa carte géologique des États-Unis sur la partie de la vallée du Missouri, qui environne le Grand Détour (*Great Bend*), d'après ce qu'avait dit le prince de Neuwied (2), que, dans les environs du fort Clark, les collines sont formées de grès à Baculites avec d'autres coquilles que l'on trouve aussi partout sur les bords de la rivière et de ses affluents. Des squelettes entiers de reptiles sauriens, de plus de 14 pieds de long, ont été souvent rencontrés, particulièrement près du Big-Bend, d'où l'auteur a rapporté une nouvelle espèce de *Mosasaurus* (*M. Maximiliani*) décrite par Goldfuss (3). Beaucoup de grandes Baculites bien conservées ont été recueillies avec d'autres coquilles, près du confluent de la rivière Mussel-Shell avec le Missouri.

Dans le magnifique ouvrage que vient de publier M. D. Dale Owen (4), sur la géologie du Visconsin, d'Iowa, de Minnesota et

---

(1) *Amer. Journ.*, vol. XLV, p. 153; 1843.

(2) *Reise des Prinzen Max. von Wied zu Neuwied in North America*, p. 75 et 513.

(3) *Der Schädelbau des Mosasaurus*, etc. (*Nov. act. Acad. Cæs. Leop. Car. nat. cur.*, vol. XXI, p. 173; 1845). — C'est sans doute par erreur que dans l'ouvrage précédent on a écrit *Ichthyosaurus* au lieu de *Mosasaurus*. — C'est probablement aussi le *M. Neuwiedii* Gold. (*Bericht ueb. d. Verst. d. Ges. Deutsch nat. zu Mainz*, 1842, p. 141).

(4) *Report of a geological survey*, etc., p. 195. In-4, avec une carte géologique générale, des cartes particulières, des planches de coupes et de fossiles, et un grand nombre de dessins insérés dans le texte. Philadelphie, 1852.

d'une partie du territoire de Nebraska, on remarque une description de ce dernier pays par M. J. Evans qui, après avoir constaté près de l'embouchure de l'Ayoway la présence des couches crétacées telles que les avait décrites Nicollet, les a suivies au N.-O. avec des modifications peu importantes, dans leurs caractères pétrographiques, sur les rives du Missouri, à 300 milles au-dessous de la rivière Pierre Jaune, et à 130 milles à l'ouest du fort Pierre.

Sur la rive droite du Missouri, par 40° de latit. N., dans les collines de Fox (*Fox hills*) qui séparent la Cheyenne et la Morean, petites rivières qui se jettent directement dans le Missouri, M. Evans signale la partie supérieure des dépôts crétacés, caractérisée par une espèce de Cucullée très voisine de la *C. transversa*, par l'*Ammonites Nicolleti*, l'*A. Conradi*, l'*A. lenticularis* souvent très grande, le *Scaphites nodosus* et quelques fragments d'autres espèces, peut-être de l'*Ammonites placenta*. Le long du ruisseau Sage (*Sage creek*), branche méridionale de la Cheyenne, les Inocérames sont fort abondants et de très grandes dimensions. Les plus fréquents sont les *I. Barabini*, et *mytiloides*, associés à des fragments de Baculites. Au Grand Détour du Missouri on a trouvé, outre les Ammonites précédentes, l'*A. opalus* et l'*Inoceramus Cripsii*. A Grande-Rivière, où la roche renferme beaucoup de gypse cristallisé, une petite espèce d'Inocérame est aussi fort répandue.

Sur plusieurs points, et particulièrement sur les bords du ruisseau Sage, les Ammonites, de même que les autres fossiles, occupent le centre de nodules argileux et ferrugineux ou *septaria* que l'on trouve épars à la surface du sol, ou accumulés dans le lit des ruisseaux, lorsqu'ils ont été dégagés de la roche marneuse tendre qui les enveloppait. Le test des coquilles a conservé son éclat nacré et ses teintes irisées.

Au-dessous du fort Clark, sur les bords du Missouri, commence à se montrer la grande assise de lignite qui a été constatée jusqu'à 20 milles au-dessous de la rivière Pierre Jaune.

Les nouveaux fossiles crétacés recueillis, particulièrement dans les collines de Fox et le long du ruisseau Sage, puis décrits par M. Dale Owen (p. 577, pl. 7 et 8), sont les *Ammonites nebrascensis*, *cheyennensis*, *opalus*, *Moreauensis* et *lenticularis*, les *Scaphites? comprimus* et *nodosus*, les *Inoceramus sagiensis* et *nebrascensis* et la *Cucullæa nebrascensis*.

M. Evans donne ensuite (p. 196) une description fort curieuse et tout à fait nouvelle de la formation tertiaire inférieure, très bien

caractérisée par les *Palæotherium* dans la région des Mauvaises Terres de Nebraska (*Bad Lands*). A ces mammifères se trouvaient associés les *Rhinoceros occidentalis* et *nebrascensis*, des restes d'*Archæotherium*, d'*Oreodon*, d'*Eucrotaphus* et de Tortues.

Enfin, dans son expédition au Grand lac Salé, M. Stanbury, après avoir dépassé les roches carbonifères situées à l'ouest du Missouri, jusqu'à la rivière de Big-Blue, par 40° de latit. N. et 96° de longit., observa encore des couches crétacées qui se continuaient jusqu'à une grande distance le long de sa route, entre Turkey-Creek et Big-Sandy. M. J. Hall (1) a reconnu parmi les échantillons rapportés de ce pays une Pholadomye et un Inocérame.

§ 5. Mexique.

Ayant dit quelques mots des dépôts tertiaires (*antè*, vol. II, p. 1055) et des roches ignées du Mexique (vol. III, p. 559), nous ajouterons ici le peu qui a été publié dans ces derniers temps sur les couches secondaires du même pays, qui semblent se rapporter à la période dont nous nous occupons (2). Ainsi, aux environs de Jalapa, M. H. Galeotti (3) décrit les calcaires de Songuantla, comme formant des îlots discontinus au milieu d'une mer de basaltes, puis des dépôts ondulés dans la *barranca* de Gilotepec, à 4 lieues au

(1) *Geology and paleont.*, etc. : Géologie et paléontologie d'une partie des montagnes Rocheuses (*Amer. Journ.*, 2e sér., vol. XV, p. 126; 1853).

(2) Nous rappellerons toutefois ici que M. Alex. de Humboldt (*a*) rapportait à l'horizon du *zechstein* ou *calcaire alpin* les argiles schisteuses, carburées, brunes, des mines de Tehuilotepec (p. 244), les gypses observés entre Chilpansingo et Cuernavaca, comme ceux des montagnes métallifères de Tasco et de Tehuilotepec (p. 254), les calcaires du Peregrino, de Sopilote et de Tasco, entre Mexico et Acapulco, tandis qu'il plaçait dans la formation jurassique (p. 270) les calcaires situés entre Zumpango et Tepecuacuilco (p. 279), ceux des montagnes centrales du Mexique (plaine de Salamanca et défilé de Batas) (p. 280), des lits de hornstein passant à la lydienne, près Zacatecas, des grès qui supportent les calcaires précédents, au sud-ouest de Guanaxato, et enfin un calcaire gris bleu avec gypse qui se trouve à l'extrémité nord de la vallée de Mexico.

(3) *Bull.*, 1re série, vol. X, p. 32, pl. 1, fig. 2, 4, 5; 1838.

(*a*) *Essai géognost. sur le gisement des roches dans les deux hémisphères*, p. 231, in-8. Paris, 1823.

N.-N.-E. de la ville de ce nom, enfin des chaînes allongées près de Tusamapa et de la *barranca* de Jalcomulco au S.-S.-E.

Les calcaires de Songuantla, petit village situé à 2 lieues et demie de Jalapa, sont entourés et souvent surmontés de téphrines et de basaltes. Au pied du Coffre de Pérote, ils se trouvent à 2730 mètres au-dessous du sommet de la montagne et recouverts de magnifiques forêts de mélastomacées, de fougères en arbres, de chênes, de liquidambars et d'une multitude de plantes tropicales de la plus riche végétation.

Ces calcaires affleurent dans le lit des ruisseaux, sous les téphrines albitiques et périodiques, et constituent plusieurs montagnes dont les versants sont très rapides et les arêtes fort aiguës. Les couches, de 0m,33 à 1 mètre d'épaisseur, courent O.-N.-O., E.-S.-E. et inclinent au S.-S.-O. Quelquefois elles se relèvent à l'O.-S.-O. vers le Coffre de Pérote. Les plus hautes et les plus voisines des roches ignées sont altérées, friables, souvent d'un blanc pur et cristallines comme le marbre de Carrare. Au-dessous les calcaires sont compactes ou à grain assez fin, à cassure inégale, blanchâtres ou jaunâtres. Les fossiles, quoique très nombreux dans certains bancs, sont cependant difficiles à déterminer spécifiquement (polypiers, foraminifères, Vénus, Peignes, Avicules, Huîtres, Mélanies, Turritelles, Ammonites). Les silex gris, noirs, jaunâtres ou rougeâtres, en rognons, en masses irrégulières plus ou moins considérables, ou en lits minces, de 0m,20 à 0m,30 d'épaisseur, sont répandus çà et là dans la roche. Des calcaires bleuâtres, compactes, en blocs isolés, dont la place n'a pas été bien déterminée, mais qui paraissent appartenir au même système, sont remplis de fragments de crinoïdes avec des foraminifères, tels que des Nodosaires et une Cristellaire fort abondante partout, que l'auteur, prenant pour une Nummulite, avait décrite sous le nom de *N. Songuantlæ*. Les calcaires sont exploités pour la confection de la chaux et les silex pour pierres à fusil.

Ceux de Gilotepec, également recouverts de roches ignées, sortent de dessous les masses basaltiques, téphrinitiques et trachytiques. Au pied des énormes murailles, presque perpendiculaires, qui encaissent la vallée de Naulingo, coule un ruisseau dont les bo[rds] sont formés d'un calcaire blanchâtre ou gris jaunâtre, moins ri[che] de silex que le précédent, mais plus argileux. Il occupe d'aill[eurs] une assez grande étendue, constituant une bande allongée da[ns le] fond de la vallée, dirigée O. 10° N., E. 10° S., et bordée de ha[uts] escarpements verticaux trachytiques. Elle se perd à l'O. sous d[...]

conglomérats près de Gilotepec, sous des téphrines et des basaltes aux environs de Banderilla, et à l'E. sous la coulée de téphrine scoriacée qui a produit le *malpaïs* de Tenampa (1).

Les masses calcaires qu'on observe près de l'hacienda de Tusamapa, à huit lieues au sud-sud-est de Jalapa, forment une chaîne qui s'étend vers l'E. 40° S. en passant près du village indien de Jalcomulco et se dirigeant par Aparapa vers les côtes du golfe du Mexique où elles sont recouvertes par les dépôts tertiaires. Cette chaîne forme les parois d'une large et profonde vallée qui part du pied oriental du Coffre de Pérote. Là où se montrent les calcaires sous les basaltes et les téphrines, ils forment des escarpements assez élevés au-dessus du niveau des rivières. Leurs caractères sont à la fois ceux des calcaires de Songuantla et ceux des calcaires de Gilotepec, tantôt solides et purs, tantôt argileux, tendres, et, par leur altération, prenant l'aspect de la craie. Les silex y sont, par places, assez abondants. La direction des couches est variable, comme leur inclinaison. M. Galeotti y signale des Huîtres, des Buccardes, des Ammonites et des foraminifères, entre autres cette Cristellaire (*C. Songuantlæ*) si caractéristique des calcaires de Songuantla et de Gilotepec, dont ceux de Tusamapa ne sont d'ailleurs que la continuation.

L'auteur, qui rapporte ces divers calcaires à la formation crétacée, fait remarquer que les roches ignées, tout en les recouvrant, ou en s'étendant en nappes plus ou moins épaisses à leur surface, les ont aussi soulevés et disloqués; que le centre du soulèvement paraît avoir été le centre même du Coffre de Pérote, et qu'il s'est produit circulairement en formant ces *barrancos* ou ravins profonds, qui s'écartent, en divergeant, de l'axe de la montagne. La direction du mouvement imprimé à la masse rend ainsi compte des irrégularités des strates sédimentaires, d'abord horizontaux ou faiblement inclinés vers l'E.

Au sud du district dont nous venons de parler, au milieu de la cordillère d'Anahuac, à 12 lieues à l'ouest-nord-ouest de Tehuacan, et à une altitude de 1300 à 2300 mètres, sont des calcaires compactes, d'une dureté variable, gris ou brun rougeâtre, traversés par quelques veines de chaux carbonatée, souvent argileux et pas-

(1) On désigne sous le nom de *malpaïs* le sol dont la surface est occupée par des laves qu'on ne peut point cultiver; il répond probablement aux *cheires* de l'Auvergne.

sant à une marne (1). On y voit aussi subordonnées des couches argileuses très puissantes et remplies d'ostracées. Ces roches, bien stratifiées, courent N. 50° à 55° O., plongeant de 45° à 80° au S. 30° à 35° O. Quelquefois elles sont contournées et plissées sous des angles assez aigus. Dans ces mêmes assises paraissent être intercalées des dolomies grises et roses, dans le voisinage desquelles se trouvent des dômes et des dykes trachytiques et porphyriques remplis d'agates et d'opales. Les Trigonies se trouvent surtout dans les calcaires et les marnes, les Ammonites plus particulièrement dans les calcaires, et certains Cérites dans les diverses roches. Par l'influence des agents atmosphériques et des eaux torrentielles, les fossiles ont été accumulés par places au fond des vallées ou sur les plateaux, et constituent ainsi, dit M. Galeotti, des amas de polypiers et de coquilles, surtout de grandes Ammonites, tels, qu'il n'y a peut-être pas sur le globe une localité qui, sur une étendue de quelques lieues carrées, offre une aussi prodigieuse quantité de débris organiques.

MM. Nyst et Galeotti ont rapporté à la formation jurassique ces calcaires de la chaîne d'Anahuac; mais, d'après les principaux fossiles qu'ils ont décrits et figurés, ils nous semblent bien plutôt appartenir à la formation crétacée. Ainsi leur *Trigonia plicato-costata* est on ne peut plus voisine de la *T. crenulata*, Lam.; l'*Ammonites Rioii* et l'*A. reconditus* sont des formes néocomiennes; et quant aux ostracées, aux Cérites et aux échinodermes, ils n'offrent aucun *facies* absolument jurassique. Si l'on se rappelle en outre ce que nous avons vu au nord, dans le Texas et dans la partie occidentale du bassin du Mississipi, où partout les dépôts crétacés reposent sur des grès rouges, sur le terrain de transition, ou sur des roches cristallines, sans trace de sédiments jurassiques bien authentiques, non plus que dans le reste de l'Amérique du Nord, il paraîtra plus que problable que nous n'avons encore ici qu'un représentant de la formation crétacée, peut-être d'une de ses divisions inférieures. Nous ne savons pourquoi M. Alc. d'Orbigny (2) a placé les coquilles précédentes dans l'étage de la craie blanche.

---

(1) H. Nyst et H. Galeotti, *Descriptions de quelques fossiles du calcaire jurassique de Tehuacan au Mexique* (*Bull. de l'Acad. r. de Bruxelles*, vol. VII, n° 10; 2 pl.).

(2) *Prodrome de paléontologie stratigraphique*, vol. II, p. 211; 1850.

M. W.-H. Pease (1), qui a fait quelques observations géologiques de Mexico à la Vera-Cruz, a bien mentionné, entre les roches volcaniques et tertiaires, des calcaires secondaires, particulièrement dans ce même district de Jalapa qu'avait étudié M. Galeotti; mais n'y ayant observé aucun fossile, il s'est abstenu de prononcer sur leur âge.

APPENDICE, ILE DE CUBA.

Nous n'avons encore parlé de l'île de Cuba (*antè*, vol. I, p. 388, II, p. 377 et 1055, et III, p. 557) que pour y signaler des dépôts peu étendus, peu anciens, et quelques produits ignés; mais nous regrettons d'avoir omis les accumulations détritiques et erratiques, qui y présentent des caractères assez particuliers remarqués depuis longtemps. Les roches, dont nous nous occuperons ici, sont d'un âge fort douteux, et, si nous en traitons en ce moment, c'est faute de savoir où mieux les placer dans la série géologique.

M. Alex. de Humboldt (2) avait distingué, dans cette île, deux systèmes calcaires, dont l'un comprenait des grès argileux et l'autre des gypses. Les calcaires compactes lui avaient offert des fossiles qu'il comparait à ceux des calcaires jurassiques de la Franconie; mais le tout resta néanmoins d'une époque indéterminée. M. Ramond de la Sagra (3) s'est borné à reproduire ce qu'avait dit, à ce sujet, son illustre prédécesseur.

Suivant MM. R.-C. Taylor et T. Clemson (4), le charbon de

(1) *Proceed. Acad. nat. sc. of Philadelphia*, vol. IV, p. 91; 1848.

(2) *Voyage aux régions équinoxiales*, vol. XI, p. 221, éd. in-8. — Ailleurs, le même savant (*a*) a placé sans hésiter ces calcaires dans la formation jurassique.

(3) *Histoire physique, politique*, etc., *de l'île de Cuba*, 1re partie, vol. I, p. 109, 1842 (traduction de M. Berthelot). — Id., *Anales de ciencias*, etc., 1828.

(4) *Notice of a vein*, etc. : Notice sur une veine de houille bitumineuse, etc (*Transact. of the Amer. philos. Soc. of Philadelphia*, vol VI, p. 191, 1 pl., 1836); — *Philos. magaz.*, vol. X, p. 162, mars 1837; — *Bibl. univ. de Genève*, mai 1837; — *L'Institut*, août 1837). — *Characters and prospects*, etc. : Caractères et avenir de la région cuprifère de Gibara, et esquisse de la géologie du nord-est de l'île de Cuba (*Transact. Amer. philos. Soc. of Philadelphia*, vol. IX, 2e partie, 1846).

(*a*) *Essai géogn. sur le gisement des roches*, p. 279, in-8, Paris, 1826.

Casualidad, exploité à trois lieues de la Havane, se présente sous la forme d'un véritable filon; on n'y remarque ni couches régulières, ni traces de restes organiques, animaux ou végétaux. Il semble que la substance ait rempli, de bas en haut, une fente dans une roche argiloïde qui aurait suivi l'arrivée des euphotides et des serpentines des environs. La houille est légère, d'un noir intense, à cassure brillante, et l'on observe, à la surface de ses plans de joints, des anneaux réguliers, de diverses grandeurs, lisses, et qui simulent les empreintes que ferait un cachet sur de la cire noire. Ce combustible ne contient pas de pyrites et donne un coke léger. Il est sans doute en rapport avec le pétrole ou bitume, si généralement répandu dans les roches ignées du pays, et qui sort des serpentines de Guabacoa à deux lieues de ce point. Un autre gisement analogue existe entre Matansas et la Havane, à 6 lieues du précédent.

M. H. Galeotti (1), qui s'est occupé davantage des relations géognostiques de ce charbon, décrit, aux environs de San-Francisco de Paula, des calcaires gris ou jaunes, sub-compactes, avec du sable et de l'argile, et passant à un grès calcarifère. A une certaine distance, l'argile tend à prédominer et la roche passe à une marne. Ces couches, dirigées N.-N.-E., S.-S.-O., plongent de 20° à l'O.-N.-O. et ne renferment point de fossiles. Le bitume liquide suinte de tous les bancs calcaires du district, soit par les plans de joints de la stratification, soit par des fissures, et c'est précisément dans ces strates que s'exploite, à San-Miguel, la houille dont nous venons de parler. Son épaisseur est de 1 mètre à 1^{m},45, et elle est remplie de fragments de marnes et de calcaires, semblables aux roches encaissantes. Aucune émanation de gaz ne s'est manifestée dans les travaux. Le bitume y est très abondant, et semblable à celui qui s'infiltre dans les calcaires madréporiques de la côte. L'exploitation avait alors atteint une profondeur de 50 mètres, et le combustible, peu propre aux usages domestiques, ne pouvait être employé, pour d'autres, que mélangé avec de la houille étrangère. Suivant M. Galeotti, qui lui assigne des caractères assez différents de ceux qu'indiquaient MM. Taylor et Clemson, ce gisement ne consisterait qu'en un dépôt argileux, sableux et calcaire, à travers lequel se serait infiltrée une grande quantité de bitume, se déposant comme dans un

---

(1) *Aperçu géognostique des environs de la Havane* (*Bull. de l'Acad. r. de Bruxelles*, vol. VIII, n° 6, avec cartes).

fond de lac semblable à celui de l'île de la Trinité (*antè*, vol. I, p. 419).

Le bitume, très répandu d'ailleurs dans l'île, paraît être en relation avec des soulèvements et des épanchements de serpentines, de même qu'avec les dislocations récentes qui ont affecté les calcaires madréporiques du littoral, encore en voie de formation. Les calcaires et les grès de San-Francisco de Paula seraient, d'après l'auteur, de l'époque tertiaire ou de la période crétacée supérieure; car ils s'appuient, dit-il, sur d'autres roches de même nature que l'on peut rapporter à la formation oolithique. Ce que nous avons vu sur le continent au nord de Cuba, puis à l'est dans le Mexique, et ce que nous verrons au sud, dans le Venezuela et la Nouvelle-Grenade, nous porte cependant à les regarder encore comme quelque membre peu caractérisé de la craie. Ces roches jaunâtres, d'un aspect jurassique, continue l'auteur, composent toute la partie occidentale de l'île, formant des montagnes arrondies assez élevées, ou des buttes tronquées à leur sommet. A 15 lieues à l'est-sud-est de la capitale, ces calcaires renferment des minerais de cuivre, et deviennent assez compactes pour fournir des pierres lithographiques et des marbres de teintes peu prononcées.

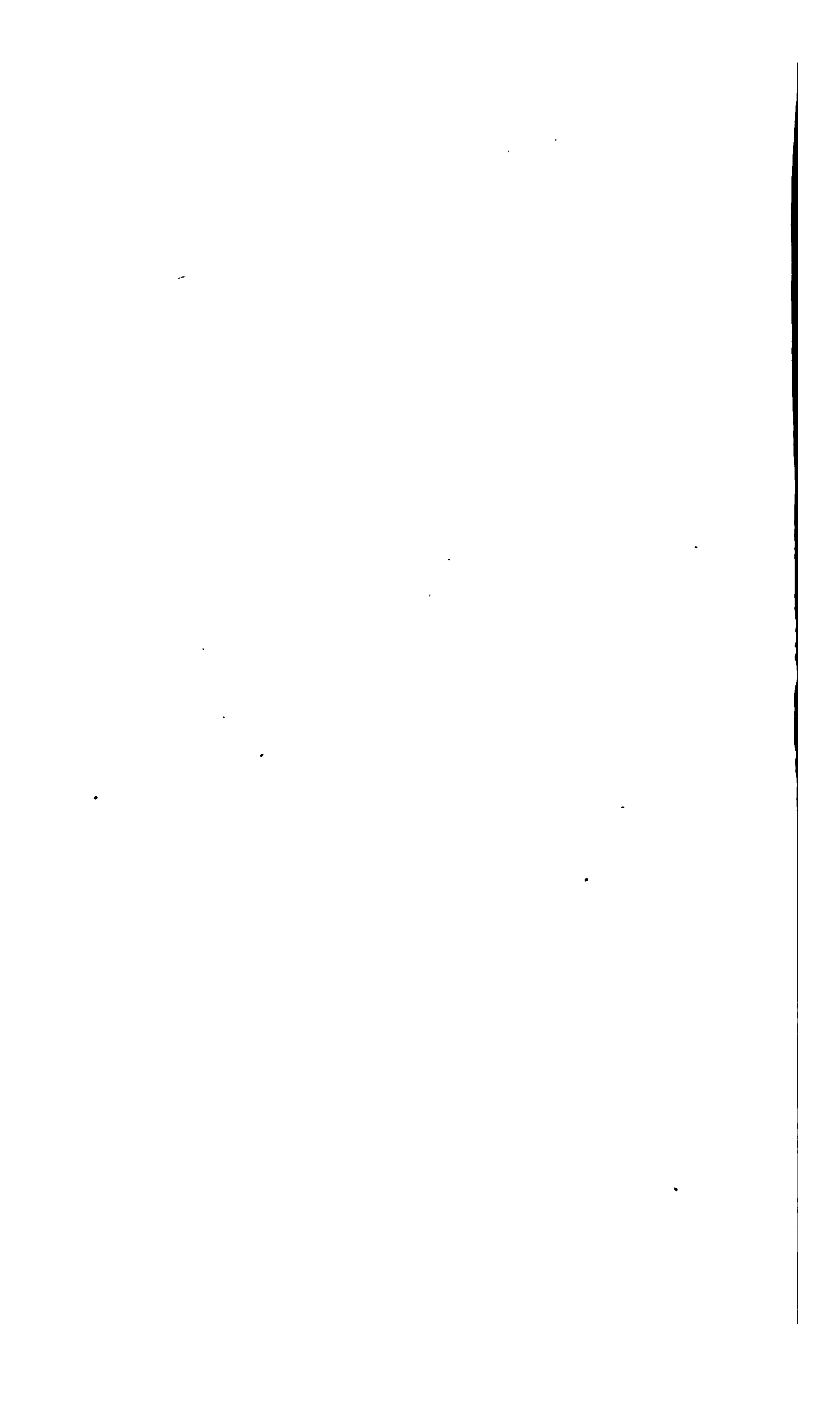
Quant aux roches magnésiennes décrites par M. de Humboldt, leur âge est également incertain. Dans les carrières de Regla, où elles commencent à se montrer, on voit aussi une serpentine d'un vert jaunâtre avec diallage métalloïde et des veinules d'asbeste. A Guanabacoa, la même roche renferme beaucoup de quartz hyalin gris, quelquefois scoriacé. Dans ces collines, des amas assez considérables de quartz calcédonieux mamelonné, semblent annoncer l'existence de gros filons de ce minéral dans les serpentines résinoïdes compactes. Les roches magnésiennes qui entourent les serpentines n'ont point de stratification distincte. Elles constituent des masses divisées en grands rhomboèdres irréguliers, et se réduisent facilement en une terre argileuse. Ces collines s'élèvent de 60 à 80 mètres au-dessus de la mer. Près de l'exploitation de San-Miguel, la roche, très calcédonieuse, renferme des globules limpides d'yalite, du talc, de l'asbeste et des veinules ferrugineuses.

Enfin des documents plus récents dus à M. Castales (1), sur le charbon de San-Miguel ou de Casualidad, diffèrent notablement en-

(1) *Coal mines in Cuba :* Mines de houille de Cuba (*Diario de la Habana*, 7 août 1841; — *Amer. Journ.*, vol. XLII, p. 388; 1842).

core de ceux que nous avons rapportés. D'après ce dernier observateur le combustible, rencontré à une profondeur de quelques mètres seulement, sur la pente d'une colline, est exploité par des galeries poussées dans la couche, qui est horizontale et parfaitement continue. Ce banc de charbon, qui n'aurait pas moins de 48 mètres d'épaisseur, a été déjà reconnu sur une étendue de 60 mètres. Le charbon est bitumineux et serait de très bonne qualité pour la fabrication du coke. En l'absence de moyens de vérification ou de renseignements qui nous permettent de contrôler ces diverses assertions, nous devons nous borner à les rapporter en signalant les contradictions qu'elles renferment, et que peut-être de nouvelles études feront disparaître.





CHAPITRE XIV.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

Vues générales.

Lorsque M. Alex. de Humboldt écrivait son *Esquisse géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères* (1), esquisse large et savante, qui résume bien l'état de la géologie géographique et comparée à cette époque, la formation crétacée n'avait guère été signalée que dans l'Europe occidentale et centrale. Depuis, son domaine s'est considérablement étendu, et souvent aux dépens de ce que l'on appelait alors, sur d'autres points du globe, *grès houiller*, *grès rouge*, *zechstein*, *calcaire alpin*, *grès bigarré*, *quadersandstein*, *calcaires compactes jurassiques* ou *oolithiques*, etc. (2). La cause de ces fausses appréciations provenait, comme toujours, de la ressemblance plus ou moins complète des caractères pétrographiques et minéralogiques dans des roches d'âges différents, puis des changements de diverses sortes qu'elles avaient éprouvés, de leur plus grande épaisseur, etc., circonstances qui, réunies, leur faisaient attribuer une ancienneté qu'elles n'avaient pas. Or, l'oubli des principes que nous avons rappelés au commencement de ce volume n'a été nulle part peut-être plus sensible, et sa conséquence plus frappante, que dans le nouveau monde; car si les méprises auxquelles nous venons de faire allusion ont été si fréquentes, dans l'Amérique du Sud, pour les dépôts crétacés plus ou moins modifiés, dans celle du Nord, au contraire, où les caractères pétrographiques des roches étaient assez semblables à ceux de leurs équivalents d'Europe, leur véritable synchronisme a pu être établi, presque sans le secours des fossiles.

Quant à nos connaissances actuelles sur la formation crétacée de

(1) In-8°. Paris, [illegible].

(2) C'est d'[illegible] t l'application est générale, que les faute[illegible] x ou trois excepti[illegible] oches comme plus [illegible]

l'Amérique équatoriale et méridionale, elles résultent beaucoup plus des restes de corps organisés qui en ont été rapportés, puis étudiés en Europe, que des travaux purement géologiques faits sur place. Un bien petit nombre de coupes stratigraphiques ont été données, depuis le Mexique jusqu'à la Terre de Feu; aussi, les relations des diverses assises crétacées, tant entre elles qu'avec les dépôts plus anciens ou plus récents, sont-elles encore fort obscures sur une multitude de points de cette zone discontinue, qui n'a pas moins de 75° de longueur du N. au S. Si la sûreté des données paléontologiques, employées avec discernement, est telle qu'on n'ait pas révoqué en doute les rapprochements déduits de leur seule considération, le manque d'observations géologiques rigoureuses s'est cependant fait sentir, non seulement par le vague et l'incertitude de plusieurs conclusions, mais encore par de fausses déductions paléontologiques. Ainsi, quelques auteurs ont rapporté à la formation jurassique des fossiles reconnus depuis pour être crétacés, et d'autres ont, au contraire, placé dans la craie certaines formes reportées ensuite à la période précédente.

§ 1. Venezuela.

aîne
ière.

« Considérée géographiquement, dit M. Alex. de Humboldt (1), » la chaîne côtière de Venezuela fait partie des Andes du Pérou. Les » Andes arrivées au nœud où le rio Magdalena prend sa source, » entre 1° 55′ et 2° 20′ de latitude nord, se divisent, au sud de » Popayan, en trois chaînes, dont la plus orientale va joindre les » montagnes neigeuses de Merida. Les montagnes de Merida elles-» mêmes s'abaissent vers le Paramo de las Rosas, dans le pays de » Quibor et de Tocuyo, dont les collines unissent la chaîne côtière » de Venezuela aux cordillères de Cundinamarca. La chaîne de Ve-» nezuela, qui se dresse comme un mur le long du rivage, court » sans interruption de Porto-Cabello au cap Paria. Sa hauteur » moyenne est à peine de 750 toises au-dessus du niveau de la mer. » Cependant quelques sommets isolés s'élèvent jusqu'à 1350 toises. » De ce nombre est le Silla de Caracas, nommé aussi Cerro de » Avila, orné de Befaria, ou roses alpestres de l'Amérique. »

(1) *Tableaux de la nature*, édition nouvelle, vol. I, p. 36; 1851. — Voyez aussi : *Fragment d'un tableau géologique de l'Amérique méridionale* (*Journal de physique*, messidor an IX).

Suivant M. Herm. Karsten (1), les provinces de Caracas, de Cumana et de Barcelone sont traversées par cette chaîne qui sépare de la mer les vastes plaines ou llanos du Sud. Il y distingue deux groupes de montagnes : l'un formant une chaîne simple ; l'autre une chaîne compliquée. A l'ouest, la chaîne est simple, et à l'est du lac Unarez, ce sont seulement des collines, dont la plus élevée atteint 1680 pieds, et qui s'étendent jusqu'à Bergantin. Ces collines s'abaissent au S. vers les plaines de l'Orénoque. La portion orientale constitue un groupe montagneux, sillonné de larges vallées à pentes en terrasses et de gorges profondes, étroites, à parois rocheuses et verticales. La haute plaine d'El Guardian Saint-Augustin est à 3730 pieds d'altitude ; la direction des sommets est O.-S.-O., E.-N.-E. Les cimes qui la bordent au S. sont le Turumiquere, de 7353 pieds, le Cuchuvano de 5598, le Guacas de 5400, le Guacharo de 5217. Dans le chaînon parallèle du nord, les cimes sont vers l'ouest, la Naiguata de 10050 pieds et la Silla de 9438.

En général, c'est à l'est que se trouvent les calcaires et les grès, tandis que les schistes argileux dominent à l'ouest. Dans les provinces de Truxillo et de Merida, les calcaires et les grès sont subordonnés à ces mêmes schistes.

Dans les montagnes de Cumanacoa et de Saripe, les calcaires très développés sont en couches minces, schisteux, ou en bancs épais. Vers le bas, les roches stratifiées, bleu foncé, schistoïdes, renferment de nombreuses druses de soufre. On a trouvé des Ammonites près de Cumanacoa, puis des traces d'Inocérames et d'autres fossiles crétacés, dans le voisinage du lac d'Unarez. Plus haut est un calcaire schisteux, noir, que l'on suit de Cumanacoa jusqu'à San-Francisco et San-Antonio, sur les bords de l'Ipure. Des portions de Bélemnites y sont indiquées, et l'on y signale en outre des calcaires gris, schistoïdes, avec des fragments de schistes siliceux.

Les calcaires inférieurs schistoïdes des environs de Cumana sont sans fossiles. Vers la partie moyenne des montagnes règnent des calcaires très puissants, jaunes, un peu schisteux, quoique à cassure conchoïde, et qui alternent avec des marnes argileuses et des schistes siliceux. Vers le pied du Morro Unarez, un calcaire gris bleuâtre, compacte, coquillier, alterne avec un grès sans fossiles qui, aux environs de Cumanacoa, alterne lui-même avec un calcaire à Bélem-

(1) *Monatsbericht d. Kön. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, p. 197. Juillet 1849.

nites. Des schistes marneux occupent la partie supérieure du système. Les roches avec Inocérames, Bélemnites et Ammonites forment partout la base de celles que caractérisent les échinodermes et les Hippurites.

Entre Cumana et Barcelone, dominent les schistes argileux de la base ; au nord, ce sont les calcaires (1) ; sur les bords de la Roya, le calcaire à Hippurites recouvre les schistes micacés, et près de Cumana, dans le Penon, ce même calcaire surmonte le calcaire schisteux gris ordinaire, traversé de veines de calcaire spathique. Le calcaire bleu et rouge foncé et le grès jaune du nord sont au-dessus de conglomérats puissants, avec des grès gris et des calcaires schistoïdes, blancs, terreux, qui se voient particulièrement à la montagne de Parolata. Ceux-ci sont sans fossiles et alternent avec des grès. Sur les bords du Lunary, le calcaire à Ammonites est aussi recouvert par les grès et par un second calcaire. Ici, comme dans les montagnes de Cumana, il constitue des rochers abrupts, isolés, plus développés encore sur le bord méridional de la chaîne intérieure de Caracas, depuis Orictuco jusqu'à San-Juan, où le grès rouge est remplacé par des alternances de quartzites, de marnes sablonneuses et d'argile.

La chaîne côtière extérieure est composée de roches métamorphiques. A Porto-Cabello, le calcaire celluleux de la partie supérieure de la craie ne renferme point de fossiles, et le calcaire compacte contient des Hippurites. Sur la Roya, un autre calcaire alternant avec des lits de cailloux roulés, des sables et des argiles, est d'un rouge foncé, plus ou moins poreux, coquillier, et passe à une brèche. Ces dépôts, remplis de Peignes, de Buccardes, d'Arches, de Buccins, de Cérites, de Monodontes, de Vénus, etc., sont quaternaires ou tertiaires supérieurs. On les observe également près du rio Unarez,

(1) Quoique M. Alex. de Humboldt (*a*) ait mentionné les gypses des llanos ou steppes de Venezuela et ceux d'autres points du même pays en traitant du *grès bigarré*, ce savant pense qu'ils pourraient être rapportés aussi bien à la période jurassique. Il place encore dans cette dernière formation (p. 279-281) les calcaires blancs de Caripe, au sud-est de Cumana, et ceux du littoral de Barcelone. Les premiers sont superposés à ce que l'auteur nomme *calcaire alpin*, gris bleuâtre, de Cumana, et les seconds, qui renferment des lits de hornstein passant à un schiste siliceux noir, sont recouverts par un grès quartzeux aux eaux thermales de Bergantin.

(*a*) *Essai géognostique sur le gisement des roches*, p. 263, in-8, 1826.

au pied sud des montagnes de Cumana, entre cette ville et San-Antonio, etc.

Au pied du versant sud-ouest de cette même montagne, se voit la couche crétacée la plus récente ; elle est d'une grande épaisseur, et contient, vers le haut, une argile schisteuse rouge, ou jaune foncé, avec des fossiles et des empreintes de plantes. A Bergantin, au sud de Cumana, le grès rouge renferme, comme bancs subordonnés, des argiles compactes, des marnes et du quartz. Il en est de même de la montagne de Caracas, où ces assises sont encore plus puissantes.

A l'ouest de Bergantin, près d'Araguita, on voit des lits de charbon, de 3 à 4 pieds d'épaisseur, subordonnés à des bancs quartzeux, et des schistes argileux micacés. On les observe également sur les bords du Chupaquire, le long de la montagne d'Uchire. Les grès rouges de Cumanacoa se représentent encore dans la chaîne intérieure de Caracas. A l'ouest, ils sont remplacés par une roche quartzeuse, et dans les montagnes de Truxillo, ils alternent avec un calcaire équivalent de celui de Cumanacoa, de Guacharo, etc. Les roches argileuses des montagnes de Cumanacoa sont schisteuses, noires et subordonnées aux assises calcaires et quartzeuses.

Environs de Tocuyo et de Truxillo.

En explorant ensuite la chaîne vers le S.-O., aux environs de Tocuyo et de Truxillo, M. H. Karsten n'a rencontré les granites que près de San-Miguel, non loin de la seconde de ces villes. Partout ailleurs, le pays montre un schiste argileux noir, très puissant, recouvert par un calcaire également noir, et par un grès peu épais. Lorsque le calcaire repose sur les schistes, il contient de nombreux fossiles, que l'on observe aussi dans des masses ellipsoïdales, déprimées, renfermées dans ces mêmes schistes.

L. de Buch (1), qui a étudié les corps organisés rapportés par l'auteur, y a reconnu l'*Ammonites inflatus*, Sow., avec toutes les variétés qu'elle présente à la montagne des Fiz (Savoie), et l'*A. varicosus*, Sow. Ces deux espèces ont été particulièrement trouvées près de Barbacoas, à l'ouest de Tocuyo, avec les suivantes : *A. Hugardianus*, d'Orb., *A. Mayorianus*, id., *A. Roissyanus*, id., *A. Tocuyensis*, n. sp. Cette dernière, la seule qui soit nouvelle, est voisine de l'*A. æquatorialis*, de Buch, qui provient de Tausa, près de Santa-Fé de Bogota. La coquille qui paraît être la plus fré-

(1) Académie des sciences de Berlin, 10 décembre 1849. — *L'Institut*, 8 mai 1850.

quente est la *Natica prælonga*, Desh., dont une forme très voisine a été recueillie à Tunja, au nord de la même ville. Viennent ensuite le *Cardium peregrinosum*, d'Orb., la *Lucina plicato-striata*, id., l'*Inoceramus plicatus*, id., que nous verrons tout à l'heure reparaître aussi dans le plateau de Bogota. Ces coquilles du calcaire noir existent également dans un grès vert à grain très fin.

A Santana, près de Truxillo, M. H. Karsten a rencontré, mais sans en indiquer le gisement, la *Cucullæa dilatata*, d'Orb., l'*Ostrea diluvii*, var. *flabellata*, Gold., une Astarté voisine des *A. subundata* et *Taylori*, Roem., et l'*Exogyra Boussingaulti*, d'Orb. On pourrait donc présumer que l'étage inférieur de la craie tuffeau, le gault et une partie du groupe néocomien sont représentés dans cette région des cordillères de Merida et de Truxillo. Au reste, tous les calcaires crétacés des chaînes de Venezuela jusqu'à la partie la plus méridionale du Chili sont, de même que dans les Alpes, entièrement noirs, et même bitumineux. Comme la détermination spécifique des fossiles trouvés dans la chaîne côtière ne paraît pas avoir été faite, nous n'essaierons pas de déterminer leurs rapports avec ceux dont nous venons de parler en dernier lieu, non plus que l'âge des roches, pour la plupart calcaires, qui les renferment.

§ 2. Nouvelle-Grenade.

Généralités sur le terrain secondaire de l'Amérique méridionale.

Dans son ouvrage intitulé : *Pétrifications recueillies en Amérique par MM. Alex. de Humboldt et Ch. Degenhardt* (1), L. de Buch ne s'est pas borné à une simple description de ces corps organisés, mais il a ajouté, en parlant de chacun d'eux, des considérations qui se rattachent à la plupart des localités où des fossiles secondaires avaient été signalés précédemment, dans la partie occidentale de l'Amérique du Sud. En suivant un instant l'illustre géologue, nous exposerons en quelque sorte, d'une manière générale, ce que l'on savait alors sur ce sujet, et nous pourrons revenir étudier ensuite chaque pays plus en détail et avec plus de fruit.

D'après les corps organisés fossiles qu'il avait examinés, de Buch fut conduit à admettre que, dans les Andes équatoriales, la formation crétacée était tout à fait dominante, et développée sur une immense échelle. Il signale le *Pecten alatus* comme formant, pour

(1) In-folio, 2 pl. Berlin, 1839. —Académie de Berlin, avril 1838.

ainsi dire, à lui seul, des montagnes entières de 2728 mètres d'altitude, entre Guambos et Montan, sur la route de la rivière des Amazones à Lima (Pérou). On le retrouve dans les montagnes de Guanca Velica et de Copiapo, sur une étendue en longueur de 250 lieues, où existent, d'une manière continue, les mêmes couches fossilifères, ainsi que le long de la chaîne Guamalin jusqu'à Coxatombo, où se montre encore une immense quantité de coquilles à plus de 4000 mètres au-dessus de la mer. Ces Peignes de Montan et de Guanca-Velica sont dans un grès quartzeux, calcarifère, à grain très fin (1). L'auteur regarde comme probable que c'est ce même grès qui, passant au quartz compacte à Guolgajoc, est exploité pour l'argent qu'il contient, et qui existe même dans l'intérieur des coquilles. Suivant M. de Humboldt, la masse puissante de grès qui forme, presque à elle seule, les montagnes, sur 8 degrés de latitude au sud de l'équateur, ne serait encore qu'une dépendance de la formation crétacée et représenterait sa partie inférieure (2).

---

(1) D. Ant. de Ulloa (*a*), visitant en 1761 les mines de mercure de Guanca-Velica, y trouva des coquilles fossiles, à 4305 mètres d'altitude, fait qui, joint à beaucoup d'autres, fit dire à Buffon (*b*) » qu'on ne pouvait pas douter que dans toutes les différentes parties » du monde, et jusqu'à la hauteur de 1500 ou 2000 toises au-dessus » du niveau des mers actuelles, la surface du globe n'ait été couverte » des eaux, et pendant un temps assez long pour y produire des co» quillages et les laisser multiplier. » Mais la présence de ces Peignes et d'autres coquilles inspira au voyageur espagnol des réflexions plus justes sur les conditions dans lesquelles avaient vécu ces animaux, et sur les circonstances qui avaient dû les porter à leur élévation actuelle (*c*).

(2) Trompé sans doute par les caractères pétrographiques et minéralogiques des roches, M. Alex. de Humboldt (*d*) avait placé presque toutes les grandes assises de grès de l'Amérique du Sud sur l'horizon du grès houiller, ou mieux sur celui du grès rouge, puis les calcaires gris, noirs, bitumineux, compactes, etc., avec les gypses au niveau du *zechstein*, du *calcaire alpin*, etc., c'est-à-dire dans ce qu'on dé-

(*a*) Citation de Moulet : *Mémoires de l'Académie r. des sciences*, 1768, reproduite dans les *Noticias americanas* par Schneider. Traduc. franç., vol. II, p. 372.

(*b*) *Epoques de la nature*. Notes sur la 3e époque. — M. Alc. d'Orbigny [illegible] citer textuellement ce passage, en donne une interprétation libre et [illegible] en faisant dire à son illustre auteur, *que le diamètre de la terre avait* [illegible] *lieues de plus, puisqu'il était enveloppé d'eau jusqu'à deux mille* [illegible] *teur*, etc. (*Coquilles et échinodermes fossiles de la Colombie*, p. 12).

(*c*) *Noticias americanas*, p. 293, Madrid, 1772. — Voyez aussi Alc[illegible] *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III, 4e partie, *Paléontologie*, 1842.

(*d*) *Essai géognostique sur le gisement des roches*, p. 206 et 245, *passim*. — Voyez aussi : de la Bèche, *Manuel géologique*, trad. française, p. 497, [illegible] a reproduit les mêmes rapprochements.

Des 16 espèces décrites et figurées par de Buch 9 (*Ammonites peruvianus*, *A. rhotomagensis*, *Pleurotomaria Humboldti*, *Rostellaria*, *Exogyra polygona*, *Pecten alatus*, *Trigonia alæformis*, *T. Humboldtii*, *Isocardia*) ont été recueillies dans les hauts plateaux de la province de Quito, entre Montan et San-Felipe, et 8 (*Ammonites galeatus*, *A. æquinoxialis*, *Hamites Degenhardtii*, *Trigonia abrupta*, *T. alæformis*, *Arca rostellata*, *A. perobliqua*, *Asturte truncata*) aux environs de Bogota, dans la Nouvelle-Grenade. De plus, le *Cidaris variolaris* aurait été trouvé sur les bords même de l'Amazone. Peut-être l'*Ammonites rhotomagensis* citée ici serait-elle l'*A. delawarensis*, Mort., et la *Trigonia alæformis*, la *T. thoracica* du même auteur?

Entre les 5° 46′ de lat. S. et 4° 30′ de lat. N., ou sur une étendue de plus de 9 degrés, depuis San-Felipe jusqu'au parallèle de Bogota, les couches fossilifères cessent de se montrer, ou seraient représentées par des grès, des schistes, avec des argiles subordonnées, et qui appartiendraient peut-être encore, ainsi que les schistes micacés, à la même formation que les précédentes. Mais c'est précisément dans cet espace que reparaissent les volcans, dont les derniers de la grande chaîne du Chili ne dépassent pas le 15° degré de lat. S., ou les environs du lac de Titicaca. Tout le plateau de Quito, dit M. de Humboldt, doit être regardé comme un dôme volcanique gigantesque, sur lequel s'élèvent, semblables à d'immenses soupiraux, les cônes des volcans actuels.

La chaîne des pics trachytiques de Quito se prolonge au N. par la crête des montagnes élevées qui séparent le bassin de la Magdalena de celui du Cauca. Deux autres chaînes s'en détachent, entre Pasto et Popayan ; l'une, occidentale, qui remonte le long de la côte, vers l'isthme de Panama ; l'autre, orientale, qui se dirige au N.-E. C'est cette dernière qui est presque entièrement composée de dépôts secondaires, constituant la chaîne ou le plateau de Bogota. On ne voit, au contraire, que de faibles traces de ceux-ci, sans calcaires et sans fossiles, sur la chaîne trachytique du milieu.

Les schistes, les grès et les calcaires secondaires se continuent au nord de Bogota jusqu'aux environs de Pampelona. Les mines de sel

---

signe aujourd'hui sous le nom de *système permien*. Quelques calcaires seulement du Mexique, de Cuba et de Venezuela avaient été, comme on l'a vu, rapportés à la formation jurassique.

de Zipaquira, près de la première de ces villes, où ce minéral est associé aux calcaires et aux gypses, semblent appartenir encore au grand système secondaire du bassin de la Magdalena. Les calcaires de Villeta en font également partie, et les Ammonites qui y sont très répandues sont probablement semblables à celles de Tocayma, au sud-ouest de Bogota. L'*Astarte truncata* s'y rencontre avec l'*Ammonites galeatus* et la *Trigonia alœformis* de Zipaquira. Ces fossiles sont noirs, et comme recouverts d'un vernis. Le gypse et le sel gemme surmontent les couches fossilifères, et de Buch ajoute que, par cette raison, le sel doit faire partie de ce système puisqu'à Wieliczka il dépend de la craie. Mais on a vu d'une part (*antè*, vol. II, p. 866) que le célèbre gisement de la Gallicie appartient à la période tertiaire moyenne et non à la craie, et de l'autre que le gypse et le sel gemme sont exploités aussi sur une grande échelle dans la formation crétacée du nord de l'Afrique (*antè*, p. 453, 469, etc.).

Quoique la position relative des grès et des calcaires des Andes de Bogota ne lui paraisse pas encore régulièrement établie, M. de Humboldt est porté à regarder les grès comme les plus anciens. Ils renferment des couches de très bonne houille, exploitées près de Zipaquira et sur d'autres points. Les empreintes de feuilles dicotylédonées, qui y abondent, se rapprochent de celles du grès inférieur ou quadersandstein de Blankenbourg (*antè*, p. 206) ou des environs de Freyberg (*antè*, p. 266), ce qui permettrait, suivant l'illustre géologue, de mettre les charbons et les grès de Zipaquira et de Tausa sur l'horizon du *green sand.*

De Tunja vers Pampelona et jusqu'à la jonction du rio Sagamoso ou Galinazo avec la Magdalena, les calcaires et les schistes que l'on rencontre sont la continuation de ceux qui se montrent entre Villeta et Bogota, mais les fossiles des calcaires ressemblent encore plus à ceux de la craie que tout ce que l'on connaît des environs de cette dernière ville. L'*Arca rostellata*, qui est probablement la même que celle de l'Alabama, paraît avoir été trouvée à Saint-Gil, près de Socorro, avec l'*Hamites Degenhardti*, la *Trigonia alœformis*, la *T. abrupta*, etc. L'*Ammonites æquatorialis* est la seule espèce dont les caractères rappellent des couches plus anciennes que la craie; néanmoins elle se distingue de l'*A. colubratus*, à laquelle elle ressemble au premier abord.

« Il paraît donc certain, continue L. de Buch (p. 18), que, d'après » les pétrifications les plus caractéristiques et d'après les relations

» de M. de Humboldt, toutes les formations secondaires des Andes,
» depuis le golfe du Mexique jusqu'à Cuzco, ou depuis le 10° degré
» de lat. N. jusqu'au 15° degré de lat. S., doivent être rangées
» dans la formation de la craie. Il s'ensuit que toutes les couches
» de houille de Zipaquira, de Tausa et de Rio Lucio, près de Po-
» payan, sont de cette même formation, et que les montagnes en-
» tières de quartz observées par M. de Humboldt, entre 7° et 8° de
» lat. méridionale, ne peuvent être regardées que comme formées de
» ce même grès changé et consolidé par des agents souterrains. »
L'auteur fait remarquer encore que si les schistes de Villeta, au nord-ouest de Bogota, étaient réellement sous les grès, on pourrait les assimiler à l'argile wealdienne. « Ce développement étonnant de
» la formation crayeuse, ajoute-t-il, est un phénomène qui doit
» exciter au plus haut degré notre attention et notre surprise. La
» formation jurassique, où est-elle donc restée? C'est en vain qu'on
» la cherche. »

Il fait voir ensuite qu'au sud de Cuzco s'élève le grand plateau de la Bolivie où les plus hautes montagnes du nouveau monde entourent le lac de Titicaca. Les chaînes situées à l'est sont formées de couches de transition; celle qui est à l'ouest, d'après M. Meyen, est au contraire composée de porphyres quartzifères, de grès rouges et de calcaires anciens. Une grande partie de l'Amérique méridionale, jusqu'à l'Atlantique, doit sa configuration et son aspect à ce nœud si remarquable qui peut avoir préexisté aux Andes, car les montagnes s'en détachent, comme d'un centre, pour suivre différentes directions.

La présence du *Pecten alatus*, dans les montagnes de Copiapo, prouvait encore, suivant de Buch, que les mêmes assises crétacées se représentaient au S., où elles entouraient les pics de trachytes ou d'andésite du Chili. Les fossiles de la cime du volcan de Maypo, près Santiago du Chili, et ceux du pont de l'Inca, recueillis par M. Pentland, confirmeraient la même déduction. L'*Exogyra Couloni* ou *aquila* s'y montre comme dans le groupe néocomien de l'Europe, et la *Pholadomya occidentalis*, Mort., comme dans le sable vert des bords de la Delaware. La formation jurassique n'a été signalée sur aucun point du Brésil, ni sur aucun autre de l'Amérique septentrionale; « ainsi (p. 21) cette formation est effective-
» ment *rare* sur le globe, et les conditions sous lesquelles elle
» paraît méritent, par cela même, d'être étudiées avec le plus
» grand soin et la plus grande attention. »

Descriptions particulières. — Bassin de la Magdalena entre 4e et 7e de lat. N.

M. J. Lea (1), en décrivant 11 espèces de fossiles recueillies par M. Gibbon dans quelques parties de la Colombie, les avait rapportées à la formation jurassique, mais M. Alc. d'Orbigny fit voir que dans ce nombre il y avait des doubles emplois et qu'en outre une Hamite ou *Ancyloceras* avait été prise pour une Orthocératite (*O. Humboldtina*).

Les échantillons de fossiles trouvés par M. Boussingault dans le bassin de la Magdalena, entre le 4e et le 7e degré de lat. N., depuis Ibague et Tocayma au S. jusqu'à Velez au N., ont été étudiés et figurés par M. Alc. d'Orbigny (2). Les caractères des roches dans toute cette étendue sont assez uniformes : ce sont des calcaires marneux, noirs ou noirâtres, près de Santa-Fé de Bogota ; des calcaires noirs, très compactes et fétides, à Tocayma, Chipaque, Velez, etc. ; des calcaires bruns et jaunâtres passant au grès à Tocayma, Ibague, Chipaque, las Palmas et Capitanejo. Leur aspect général permet de les regarder comme dépendant d'une même formation, et la répartition des mêmes coquilles dans les diverses modifications qu'elles présentent vient confirmer cette manière de voir.

Les 43 espèces déterminées par M. d'Orbigny comprennent 8 Ammonites, 6 gastéropodes, 26 bivalves et 3 échinodermes. Considérées dans leur ensemble, elles offrent une plus grande analogie avec les formes crétacées qu'avec celles de toute autre période. Une seule rappelle une coquille du gault de l'Europe ; 6 se rapprochent d'espèces de la craie chloritée (2e étage du second groupe ou de la craie tuffeau) et 23 de celles du groupe néocomien. Comme l'espèce unique qui ressemble à une forme du gault et 2 des 6 espèces de la craie tuffeau peuvent par divers motifs être écartées de la comparaison, il n'en reste que 4, ou moins de 1/10e, du second groupe, et encore se trouvent-elles dans les couches à *Ammonites Boussingaulti* avec d'autres formes exclusivement néocomiennes.

---

(1) *Notice of the oolitic formation in America*, etc. : Notice sur la formation oolithique de l'Amérique, avec la description de quelques uns de ses fossiles (*Transact. amer. philos. Society*, 2e sér., vol. VII, pl. 8 et 9, 1841).

(2) *Coquilles et échinodermes fossiles de la Colombie* (Nouvelle-Grenade), *recueillies de 1821 à 1823, par* [illegible] *[illegible]gault*. In-4 avec 6 pl. Paris, 1842. — *Compt. rend.*, v[illegible] [illegible]842. — *Bull.*, 1re série, vol. XIV, p. 267 ; 1842.

Suivant l'auteur, la totalité des espèces qu'il connaît de ce pays serait de 41 (p. 28), quoique la liste qu'il donne en contienne 43, et, de plus, si l'on néglige, dit-il, les espèces qui n'ont aucune analogie avec celles de l'Europe, le nombre de celles qui restent à comparer est seulement de 29, et le rapport des formes néocomiennes atteint alors près des 5/6es du total. Sur ce nombre, il y a, comme on l'a dit, 23 formes néocomiennes, dont 5 auraient leurs identiques en Europe (*Actæon affinis*, d'Orb., *Natica prælonga*, Desh., *Cardium peregrinosum*, d'Orb., *Trigonia Lajoyei*, Desh. *Exogyra Couloni*, Defr.), particulièrement dans le *calcaire à Spatangues* du bassin de la Seine, et une seule d'entre elles (*E. Couloni*) se retrouve à la fois sur une multitude d'autres points.

De ce que ces faunes semblables vivaient ainsi sous des latitudes très différentes, tandis qu'aujourd'hui les faunes de ces mêmes latitudes sont extrêmement variées, l'auteur en conclut une uniformité de température provenant de la chaleur propre du globe et suffisante pour atténuer tout à fait la différence qui existe actuellement entre la température du 4e et celle du 49e degré de latitude N., de sorte que cette uniformité déjà invoquée pour la faune du terrain de transition se serait continuée, par l'influence de la même cause, jusque dans la dernière période secondaire. Mais on a vu que M. Ferd. Roemer était arrivé à une conclusion précisément inverse par l'examen comparatif de la faune crétacée de l'Amérique du Nord, et, comme les influences thermales ne dépendent pas exclusivement de la latitude, il sera toujours fort difficile d'assigner à telle ou telle cause la ressemblance ou la différence des faunes fossiles contemporaines sous des latitudes diverses.

M. E. Hopkins (1), dans une coupe d'un grand intérêt, faite à travers les Andes, par 4° 2′ lat. N., depuis les plaines de la Meta, affluent de l'Orénoque, jusqu'à Choco, sur la côte de l'océan Pacifique, ou sur une étendue de 260 milles géographiques de l'E. à l'O., a fait voir la position des roches secondaires du plateau de Bogota qui renferment de puissants lits de charbon à une altitude de 2703 mètres. Au-dessous viennent des gypses, des roches de sel et des calcaires; plus bas encore, des grès, des calcaires et d'autres roches argileuses. Cette puissante série, qui est représentée presque

(1) *On the structure*, etc. : Sur la structure des roches cristallines des Andes et leurs plans de clivage (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 364, pl. 31; 1850).

horizontale vers le centre du plateau, se relève un peu sur ses bords à l'ouest, vers la Magdalena, tandis qu'à l'est, vers Chipaque et au delà, d'énormes failles ont déplacé les strates. A ces derniers succèdent, comme à l'ouest, des schistes argileux et talqueux, des schistes cristallins, des granites, des syénites, etc., verticaux ou disposés en éventail. Les couches de Tocayma, non loin de la rive droite de la Magdalena, qui paraissent être les mêmes que celles du plateau de Bogota, se trouveraient à 2000 mètres plus bas, formant un bassin à bords plus relevés et complétement discordant par rapport aux couches subverticales des schistes argileux ou plus anciens. Les strates fossilifères de cette dernière localité correspondraient aussi à ceux de Chipaque, à l'est de Bogota. Dans la montagne de Zipaquira, située à l'ouest de cette dernière ville, une masse de sel gemme, en forme de coin, de 30 mètres d'épaisseur, est recouverte par du gypse et repose sur les assises charbonneuses, les grès et les calcaires.

Comme l'avait depuis longtemps remarqué M. de Humboldt, dans la chaîne de Quindiu et au delà du rio Cauca, jusqu'à la rivière San-Juan et la côte de l'océan Pacifique, de même qu'à l'est jusqu'aux plaines de la Meta, on n'observe plus de roches secondaires, lesquelles sont ainsi confinées à la chaîne orientale dont fait partie le plateau de Bogota. Ce dernier paraît avoir été soulevé en masse sans dislocations bien apparentes, si ce n'est sur ses bords.

Cette disposition remarquable avait été déjà indiquée en partie dans la coupe jointe à la carte de la république de la Nouvelle-Grenade qu'a publiée J. Acosta (1) en 1847. Cette coupe traverse, comme celle de M. Hopkins, les trois rameaux de la Cordillère, depuis Apiay à l'est jusqu'à Juntas del Tamania, à l'est. Le massif, qui supporte le plateau de Bogota est représenté comme formé de grès bigarrés, surmontés de gypse, avec du sel gemme, le tout recouvert d'alluvions. Sur les flancs, à l'est de l'Alto de Ubatoque et à l'ouest de Tena, jusqu'à la rive droite de la Magdalena, le sol est composé de calcaires rapportés à la craie. Aucune relation ne se voit entre ces calcaires qui se trouvent comme adossés aux grès, et les strates charbonneux, salifères et gypseux du plateau.

M. Ed. Forbes (2), qui a étudié les fossiles recueillis par M. Hop-

---

(1) *Mapa de la republica de la Nueva-Granada.*

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 174; 1845. — *Proceed., id.*, vol. IV, p. 391, avec fig., 1844.

kins, a déterminé 17 espèces provenant de calcaires très foncés et compactes. Toutes appartiennent au même système de couches, et 9 d'entre elles avaient été déjà signalées par les auteurs précédents. Le savant paléontologiste anglais a reconnu 10 Ammonites, 1 *Ancyloceras*, 2 Hamites, 1 Rostellaire, 1 Vénus, 1 Lucine, 1 Inocérame, et il pense que M. Alc. d'Orbigny a placé ces couches trop bas dans la série; elles devraient être remontées, suivant lui, peut-être jusqu'à l'horizon du gault.

Les débris de corps organisés rapportés plus récemment du même pays, par M. B. Lewy, sont venus jeter un nouveau jour sur sa géologie. La communication faite à l'Académie des sciences, sur ces matériaux, par MM. Dufrénoy et Valenciennes (1), contient plusieurs faits intéressants que nous rappellerons ici. Le plateau de Bogota et les montagnes qui accidentent sa surface sont, comme on vient de le dire, formés de puissantes assises de grès rougeâtres et blancs, de schistes et de calcaires noirs, souvent très carburés. Ces grès blancs constituent les escarpements, aussi pittoresques que singuliers, du pont de Pandi et ceux d'où se précipite la célèbre cascade de Tequendama. M. Lewy n'a point trouvé de fossiles dans ces roches arénacées; mais, en parcourant les localités déjà visitées par ses devanciers, il y a rencontré quelques espèces nouvelles, entre autres un magnifique *Crioceras* (*C. Lewianus*, Val.), et M. Valenciennes n'hésite pas à rapporter au groupe néocomien les calcaires qui le renferment.

Les calcaires noirs et carburés de Muzo, sur le rio Negro, au nord de Bogota, montrent aussi des Ammonites du quatrième groupe. C'est le gisement des émeraudes de ce pays. Les calcaires compactes, noirs, quelquefois cristallins de la Palma au-dessus de Muzo, appartiennent à ce même niveau. Les uns et les autres, avec les schistes de Moniquira, et les pyrites de Velez, dépendent du vaste système calcaire qui, constituant le sous-sol de la vallée de la Magdalena, représenterait le groupe néocomien de cette partie du continent. La plupart des minerais métalliques, dit M. Dufrénoy, notamment la galène de Ubate, le fer oxydé de S nta-Rosa, l'or natif et le minerai d'argent, paraissent exister dans une zone qui marquerait la séparation du calcaire de Muzo et des schistes cristallins de la Cordillère.

---

(1) *Rapport sur les collections faites dans la Nouvelle-Grenade* (*Compt. rend.*, vol. XXXIII, p. 331; 1851).

Dans plusieurs lettres adressées à M. Deshayes, M. Cornette (1) a donné de nombreux détails sur l'orographie, l'hypsométrie et la géographie physique de divers points des chaînes orientale, centrale et occidentale des Andes de la Nouvelle-Grenade. La partie géologique de cette relation de voyage n'est pas non plus dépourvue d'intérêt; mais elle est peu susceptible d'analyse. Des coupes du Montserrate, au nord-est de Bogota, de Fusca, des environs de Zipaquira, dont la mine de sel alimente, presque à elle seule, tous les pays de l'intérieur de la République; celles du mont Guadalupe, qui domine Bogota à l'E., du Paramont, etc., montrent toutes un grand développement de grès reposant sur des argiles schisteuses noires, et des calcaires au-dessus. L'auteur a résumé lui-même (p. 554) la composition des trois chaînes ou cordillères, entre 2° 30′ et 4° 36′ de lat. N., dans une coupe générale dirigée O., E., de Buenaventura, sur l'océan Pacifique, à l'Upiay (Upio), à l'est de Bogota. Cette coupe, quant aux principaux points par lesquels elle passe, est donc comparable à celles déjà données par Acosta et par M. Hopkins.

M. Cornette divise les terrains ou les roches qu'elle traverse en *huit époques*, savoir : les époques *granitique*, *porphyrique*, *schisteuse*, *psammitique*, des *poudingues*, *calcaire*, *arénacée* et du *transport des grès*; mais il est loin d'affirmer que tel soit absolument leur ordre de succession dans le temps; beaucoup de superpositions lui ont manqué pour cela, et il n'a tiré que peu de secours de l'examen des fossiles. En outre, ne connaissant, à ce qu'il paraît, aucun des travaux que nous venons de rappeler, il n'a pu s'en servir comme de jalons pour se guider dans ses recherches, pas plus que pour motiver ses conclusions, assez opposées à celles de ses prédécesseurs.

Si nous négligeons, pour un moment, les roches granitiques et porphyriques de cette coupe, nous verrons les roches schisteuses, ou *schistes argileux* de l'auteur, être très puissants au sud-est et à l'ouest du plissement granitique de la cordillère médiane du Guanacas ou de Quindiu. Ils forment les sommets de la chaîne occidentale, s'élèvent sur les flancs du Guanacas, où ils occupent un immense contre-fort de son versant oriental, atteignent même sa cime, et constituent toute la chaîne orientale, au moins jusqu'au rio Negro. Vers la fin de cette période, ajoute l'auteur, les

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IX, p. 509; 1852.

Ammonites devaient exister, et les plantes devaient être abondantes à en juger par les dépôts de combustible contenus dans les grès. Néanmoins, il croit devoir rapporter le tout à la véritable formation houillère.

Pendant l'*époque psammitique*, qui lui succéda, vint se déposer l'assise de grès dur qui couronne la chaîne orientale, ou les *Paramonts* de Bogota. A la latitude de cette ville, sa puissance est de 800 mètres, et elle devient plus considérable au nord. Il n'y a point de traces de corps organisés animaux. Les vallées profondes du Cauca et de la Magdalena ne sont, pour M. Cornette, que des vallées d'érosion, après l'excavation desquelles se déposa, vers le fond, un poudingue particulièrement développé sur le flanc oriental de la chaîne, mais dont la position est restée douteuse. L'*époque calcaire* a vu se former des couches peu puissantes, assez rares, noires, généralement pyriteuses, compactes, paraissant être plus récentes que les poudingues. Très brisées en général, on ne les observe que par places, et le plus souvent en blocs, sur les flancs des montagnes, ou bien au fond des vallées. Plus épaisses vers le nord, comme à Muzo, elles y renferment, ainsi qu'on l'a vu, des Ammonites et des émeraudes. Ces calcaires, suivant l'auteur, seraient de la période jurassique, et ce sont ceux que leurs fossiles, si souvent rapportés en Europe, ont fait placer à la base de la formation crétacée.

Après leur dépôt aurait eu lieu le soulèvement général qui, en brisant les schistes et les psammites, a donné aux Andes l'aspect déchiré qui les caractérise aujourd'hui.

L'*époque arénacée* est celle pendant laquelle s'accumulèrent jusqu'à 300 mètres au-dessus du fleuve les dépôts de transport de la vallée de la Magdalena, les dépôts aurifères le long de l'océan Pacifique, une partie du comblement de la vallée du Cauca et la couche argileuse et compacte de la plaine ou savane de Bogota. Enfin, la *huitième époque* serait celle du *transport des blocs* de grès dans les vallées principales, transport occasionné par des courants dirigés de l'E. à l'O.

M. Cornette (1) se résume (p. 558) en disant que le feldspath et les grauwackes bréchiformes de la montagne de *Organos de Chingasa* pourraient correspondre au système cambrien, les schistes aux systèmes silurien et dévonien, leur partie supérieure carbonifère au système houiller, les grès durs au grès bigarré pénéen, les calcaires

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IX, p. 509; 1852.

à la formation jurassique, les dépôts arénacés au terrain tertiaire inférieur, moyen, etc. ; c'est-à-dire que l'auteur aurait retrouvé dans ce pays toute la série des dépôts sédimentaires, moins la formation crétacée, la seule précisément qui, jusqu'à présent, y ait été constatée avec quelque certitude. M. Cornette, n'apportant d'ailleurs aucune détermination de fossiles à l'appui de ses conclusions, ne se basant que sur des relations stratigraphiques très obscures ou très contestables, et sur des caractères pétrographiques et minéralogiques sans valeur réelle, a fait un travail fort en arrière de la science actuelle, et n'a, malgré des efforts dont on doit néanmoins lui savoir gré, contribué que pour bien peu à la connaissance géologique d'un pays intéressant à tant d'égards.

§ 3. Pérou et Brésil.

Pérou.

Il n'y a que peu de faits à ajouter à ce que nous avons dit ci-dessus de la géologie du Pérou. Les fossiles envoyés de ce pays, par M. Tschudi, et déterminés par M. Agassiz (1), sont venus confirmer les déductions de L. de Buch, sur l'existence de la formation crétacée, et particulièrement de ses couches les plus anciennes dans cette partie du nouveau monde. La plupart des espèces seraient nouvelles, et quelques unes auraient leurs identiques dans l'ancien continent : telles que le *Toxaster complanatus*, Ag., le *Diadema Bourgueti*, id., tous deux du groupe néocomien, et le *Toxaster dilatatus* (2), un peu plus élevé dans la série en Europe. Aucune forme n'a paru annoncer la présence de dépôts jurassiques.

Environs de Callao.

Les grès des environs de Callao et de l'île de San-Lorenzo ont cependant été regardés, par M. J.-D. Dana (3), comme représentant la partie supérieure de ces derniers, malgré la ressemblance avec la *Trigonia sinuosa*, Park., de la *T. Lorentii*, Dan., trouvée avec un *Turbo*, et le *Nautilus tenui-planatus*, Dan. L'*Ammonites Pickerengi*, id., voisine de l'*A. Mantelli*, Sow., a été observée dans les Andes de ce pays (Sierra de Pasco), à 4864 mètres d'altitude, et une autre espèce, peu éloignée des *A. Braikenridgii*, Sow., et *annulatus*, id., a été recueillie aux environs de Truxillo.

---

(1) *Bull. Soc. des sc. natur. de Neuchâtel*, n° 3, p. 29 ; 1843-44.
(2) Nous ne connaissons pas cette espèce, qui n'est pas mentionnée dans le *Catalogue raisonné de la classe des échinodermes*.
(3) *United-States exploring expedition*, etc., *Geology*, vol. X, p. 593 et 721, pl. 15, fig. 2-6, in-4, 1849.

N.-E., mais la ville de Crato est environnée d'un autre système de collines se rattachant à une série de plateaux élevés de 400 à 500 mètres et composés de grès avec quelques bancs subordonnés de calcaires, et même de charbon vers la partie inférieure. La villa appelée *Barra de Jardine* est située sur le versant méridional d'un des rameaux de cette rangée de collines, et c'est dans son voisinage qu'ont été découverts les calcaires noduleux, subordonnés au grand système de grès de la Sierra d'Araripe, et qui, en se délitant facilement, laissent voir une multitude d'empreintes de poissons qu'ils renferment. Deux autres gisements semblables existent encore à peu de distance de celui où l'on a signalé aussi quelques moules de coquilles.

M. Chabrillac (1) s'est également occupé de ces ichthyolithes, et M. Agassiz a fait remarquer que tous ceux qu'il connaissait de l'Amérique du Sud semblaient jusqu'à présent provenir d'un même système de couches qu'il n'hésitait pas à rapporter à la partie moyenne de la formation crétacée. Parmi les 7 espèces du Brésil (*Lepidotus temnurus*, *Aspidorhynchus Comptoni* (Amérique du Sud), *Rhacolepis latus*, *R. buccalis*, *R. Olfersii* (*Amblypterus* id.), *Calamopleurus cylindricus*, *Cladocyclus Gardneri* (2)), il y a 2 ganoïdes, 3 cténoïdes, 1 cycloïde et un genre douteux. Tous ces genres sont éteints, et même aucun d'eux n'a eu de représentant pendant l'époque tertiaire. En général, dit le savant paléontologiste, toute association de poissons placoïdes, ganoïdes, cténoïdes et cycloïdes ne renfermant que des genres entièrement éteints, peut être considérée comme appartenant à la période crétacée.

Provinces centrales.

M. F. de Castelnau (3), en traitant de l'origine du diamant, dit que le seul fait qui lui paraisse démontré est le rapport qui semble exister dans l'Amérique du Sud entre la présence de ce précieux minéral et celle des grès. Ces derniers pourraient être peu anciens

---

de la côte dans l'intérieur de la province de Céara (*Rep.* 10th *meet. brit. Assoc. at Glasgow*, 1840. — *Edinb. new phil. Journ.*, vol. XXX, p. 72; 1841. — *L'Institut*, 20 mai 1841).

(1) *Sur quelques poissons fossiles de la province de Ceara*, *et observations de M. Agassiz* (*Compt. rend.*, vol. XVIII, p. 1007; 1844).

(2) Agassiz, *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*. In-4, p. XLII. Neuchâtel, 1844.

(3) *Expédition dans la partie centrale de l'Amérique du Sud. Histoire du voyage*, vol. II, p. 381. In-8. Paris, 1850.

et analogues à ceux de la partie nord-est du Brésil, où l'on vient de voir que M. Gardner avait trouvé des empreintes de poissons.

« Cette vaste formation de grès, d'une teinte rouge, continue le » savant voyageur, se présente partout où nous l'avons observée, » sous le même aspect de plateaux ou de montagnes à sommets cou- » pés en tables ayant un niveau égal; elle paraît occuper une grande » étendue de terrain dans les parties centrales de l'Amérique du » Sud. Nous l'avons pour la première fois observée sur le Tocantins, » puis en abondance sur la route de Goyas à Cuyaba. Je l'ai revue » dans des circonstances toujours semblables sur le bas Amazone.

» Elle semble former une grande partie de cette portion nord du » Brésil qui se projette vers l'E. Enfin, j'ai tout lieu de croire qu'elle » compose le plateau méridional du Matto-Grosso. M. Gardner a » été amené à rattacher à la formation crétacée les parties du sys- » tème qu'il a examinées, et il est arrivé à cette conclusion princi- » palement par l'étude des nombreux poissons fossiles qui se trou- » vent dans cette région. Il me semble possible que ce soit, en effet, » au système de la craie que l'on doive rapporter tous ces plateaux » de grès de couleur rouge, car dans plusieurs endroits nous y » avons rencontré des silex. Ainsi, nous nous sommes assurés de la » présence de ces derniers à la cascade de Sant-Antonio, sur le » Tocantins, dans le lit de la même rivière, à la montée du » Tombador, sur la route de Diamantino, etc.

» Il faut aussi remarquer que le silex est dans plusieurs endroits » l'un des indices les plus certains de la présence du diamant. Si » l'on admet cette preuve, il faudrait aussi rapporter à la formation » crétacée les calcaires argilifères compactes, stratiformes, que nous » avons rencontrés entre Villa-Maria et le rio Jaurès, et qui con- » tenait des rognons de silex blanchâtre.

» Partout ces roches de grès et de calcaires sont appuyées sur des » schistes argileux qui eux-mêmes recouvrent les granites ou le » gneiss. On devrait, dans cette hypothèse, rapporter ces argiles au » groupe wealdien, avec lequel elles semblent avoir beaucoup » d'analogie. Peut-être le diamant existait-il avant la formation de » ces grès et se serait-il trouvé, pour ainsi dire, enchâssé par » eux (1). »

---

(1) Voyez aussi : d'Eschwege, *Beiträge z. Gebirge Brasiliens*, et *Pluto brasiliensis*. In-8, Berlin, 1832 et 1833. — J. Pohl, *Beiträge z. Gebirgk. Brasilien*, in-4. Vienne, 1832. — Spix et Martius,

Nous avons dû rapporter textuellement ce passage intéressant de la relation de M. de Castelnau, et nous ferons remarquer, comme il le dit d'ailleurs lui-même (1), cette circonstance bien particulière de l'absence complète de toute trace de corps organisés dans des dépôts qui occupent une surface presque égale à la moitié de l'Europe. En présence d'un pareil fait négatif, on peut se demander ce que serait encore la géologie positive si le berceau des sciences modernes se fût trouvé placé dans ces régions tropicales, si pauvres alors, aujourd'hui si fécondes, et où les deux règnes semblent vouloir compenser la stérilité des anciens âges, par la richesse actuelle de leurs plus magnifiques productions, par une exubérance de la vie qui se manifeste sous les formes les plus variées revêtues des plus vives couleurs (2).

§ 4. Chili.

Observations diverses.

Les dépôts secondaires composés de calcaires magnésiens, d'argiles bigarrées et de grès tendres qui, avec des roches plus anciennes, entrent dans la composition du haut plateau de la Bolivie, ont été rapportés, d'après leurs caractères pétrographiques, à la période du trias. Ce n'est sans doute qu'une détermination provisoire à laquelle on ne doit pas attacher une grande valeur, mais si nous nous avançons plus au S., dans le Chili, nous verrons que les nombreux documents, qui y ont été recueillis depuis vingt ans par plusieurs voyageurs, ont permis d'y constater la présence de formations secondaires moins anciennes et bien caractérisées. Les conséquences déduites de l'étude de ces matériaux sont loin d'être concordantes, les assises jurassiques et les assises crétacées, par exemple, ayant été

Reise nach Brasilien, 3 vol. in-4. Munich, 1823-30.— Extrait de la partie minéralogique du 1er vol.: *Neu. Jahrb. d. Bergk.* de *Moll*, vol. VI, p. 128.— Aug. de Saint-Hilaire, *Voyage au Brésil*, 4 vol. in-4. — *Voyage dans les prov. de Saint-Paul et de Sainte-Catherine*, 2 vol. in-8, 1851.

(1) *Loc. cit.*, vol. III, p. 278.

(2) Si nous ne savions actuellement qu'il y a des dépôts fossilifères anciens sous ces mêmes latitudes, on pourrait donc dire, avec Buffon (*a*): « Le soleil était encore l'ennemi de la nature dans ces » régions brûlantes de leur propre chaleur, et il n'en est devenu le » père que quand cette chaleur intérieure de la terre s'est assez » attiédie pour ne pas offenser la sensibilité des êtres qui nous res- » semblent. »

(*a*) *Époques de la nature*, note de la sixième époque.

tantôt confondues, tantôt séparées; aussi devrons-nous empiéter quelquefois sur la description des premières pour tâcher d'en distinguer les secondes. Cette divergence d'opinions nous obligera aussi à énumérer les faits dans l'ordre chronologique des publications plutôt qu'en suivant une marche géographique ou en rapport avec l'orographie du pays.

M. Meyen (1), après avoir quitté les syénites et les granites des environs de Valparaiso, se dirigea au S.-E., vers le volcan de Maypo, traversa des produits volcaniques anciens ou trachytiques, puis atteignit un diorite qui se continue jusqu'à une grande hauteur sur les flancs escarpés de la montagne. Aux roches ignées succédèrent brusquement d'immenses couches presque verticales de calcaires remplis de fossiles, élevés de 2800 mètres au-dessus de la mer, et persistant à se montrer jusqu'au delà de la limite des neiges perpétuelles. Les Ammonites que l'auteur a observées avaient jusqu'à 1 mètre de diamètre, et les fossiles de ces couches, examinés par L. de Buch (2), étaient l'*Exogyra Couloni*, la *Trigonia costata*, le *Pecten striatus*, une Cucullée ressemblant par sa forme à la *C. longirostris*, et des Ammonites de la section des *planulati*, tel que l'*A. biplex*. On déduisit que ces assises devaient être une sorte de passage de la formation jurassique à la formation crétacée.

Ce n'est pas seulement autour et au pied du cône du Maypo qu'existent les calcaires précédents, mais on les observe encore sur ses flancs mêmes où ils sont recouverts d'une nappe de glace et de cendres, de sorte qu'en s'élevant, le volcan, outre qu'il a écarté les couches supérieures, les a aussi soulevées avec la masse trachytique qui le constitue. Avant d'atteindre le cône, on traverse encore une vallée étroite, à parois coupées à pic dans d'énormes bancs de gypse, de 230 à 250 mètres de haut. Des dolomies s'y trouvent encaissées au nord-ouest, sous l'épais manteau de neige qui enveloppe cette partie de la montagne, et il en sort une source salée qui s'écoule dans les vallées inférieures.

M. Gay (3) a cité, dans la cordillère d'Elqui, à une altitude de 4317 mètres, des assises remplies d'Ammonites et de Térébratules

(1) *Acad. Cæs. Leop. Car. nat. cur.* (résumé de 1834-35). — *L'Institut*, 16 déc. 1835.—*Voyage autour du monde*, vol. I, p. 324 et suiv.

(2) *Descript. phys. des îles Canaries*, traduct. française par C. Boulanger, p. 471, in-8. Paris, 1836.

(3) *Compt. rend.*, vol. VI, p. 916, 25 juin 1838.

regardées aussi comme jurassiques. Ces assises étaient presque horizontales, et dans le voisinage de Rivadavia il observa des couches moins anciennes avec des Huîtres, recouvertes de grès qui paraissent être subordonnés à des diorites porphyriques. Dans la cordillère d'Illapel, un calcaire à échinodermes est encore recouvert par des diorites, et près du volcan de San-José, dans la cordillère de Santiago, des bancs verticaux, remplis de Gryphées, d'Ammonites et de Dicérates, se trouvent compris entre une assise de quartzite et un diorite granitoïde, à peu de distance de la limite des neiges perpétuelles. M. Élie de Beaumont, à qui la lettre de M. Gay était adressée, rappela à cette occasion l'opinion que nous avons vue émise par L. de Buch sur l'absence de dépôts jurassiques dans l'Amérique du Sud, mais il exprima en même temps des doutes que la suite a pleinement justifiés.

M. Alc. d'Orbigny (1) a donné un exposé historique des recherches relatives aux fossiles des diverses classes et des divers terrains de l'Amérique méridionale, et nous ne pouvons qu'y renvoyer le lecteur. Quant aux travaux particuliers de ce savant sur le sujet qui nous occupe, il a traité des fossiles qu'a rencontrés M. Domeyko dans une zone dirigée N., S., à 10 ou 12 lieues de la côte de Coquimbo, vers le milieu de la pente de la cordillère. Les roches qui la constituent sont des grès siliceux, des calcaires cristallins et des grès argilo-calcaires, très coquilliers, recouvrant à leur tour un calcaire compacte, argileux, rempli de débris organiques qui semblent appartenir à des Hippurites (*H. chiliensis*, d'Orb.). Parmi les fossiles de cette zone se trouve aussi la *Turritella Andii*, d'Orb. (*Pleurotomaria Humboldti*, de Buch), que nous avons vue signalée près de San-Felipe (Pérou). D'après l'auteur, ces fossiles annonceraient l'existence du groupe de la craie tuffeau dans ce pays.

(P. 109.) Plus loin, M. d'Orbigny conclut de son examen: 1° que le groupe néocomien est très développé dans la Colombie, où les espèces qu'il renferme montrent de l'analogie avec celles du bassin de la Seine; que ce même groupe occupe aussi, comme nous le dirons plus loin, un lambeau étendu sur les côtes du détroit de Magellan, où des formes analogues paraissent exister avec les coquilles du bassin méditerranéen; 2° que les formes organiques du

---

(1) *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III, *Géologie*, p. 92. — *Ib.*, 4ᵉ partie, *Paléontologie*, p. 103; 1842. — Rapport de M. Élie de Beaumont (*Compt. rend.*, 28 août 1843).

nouveau monde n'offrent encore aucune ressemblance avec celles du gault ; 3° que la craie chloritée (second étage de la craie tuffeau) paraît être représentée, dans la cordillère du Chili, par des espèces voisines de celles des Pyrénées et des régions méditerranéennes. Mais de ces formes, qui faisaient supposer alors à M. d'Orbigny l'existence de la craie chloritée au Chili, 3 (*Nautilus Domeykus*, *Ostrea hemisphærica*, *Hippurites chiliensis*) ne sont plus mentionnées nulle part dans son *Prodrome de paléontologie*, et 2 (*Turritella Andii*, *Pecten Dufrenoyi*) ont été rangées par lui dans l'étage néocomien moyen (1), et reconnues plus récemment encore pour faire partie du groupe jurassique inférieur.

En présentant des planches de fossiles appartenant à la relation du *Voyage de l'Astrolabe*, M. d'Orbigny (2) fit remarquer qu'une partie de ces corps organisés provenaient de l'île de Quiriquina, dans la baie de Conception, et qu'ils avaient la plus grande analogie avec les fossiles crétacés des environs de Pondichéry. Un certain nombre d'espèces étaient communes aux deux localités, et d'autres identiques avec des espèces du même horizon en France, c'est-à-dire avec ce que l'auteur appelait *étage turonien*. Nous avons dit (*antè*, p. 400) ce qu'étaient devenues, depuis, ces déterminations spécifiques, aussi bien que le niveau auquel ces dépôts avaient été rapportés, et qui est aujourd'hui celui de la craie blanche, *étage sénonien* de l'auteur (3).

Dans la note précitée, le même paléontologiste ajouta que si les fossiles de l'île de Quiriquina, qui se trouvent à peine de quelques mètres au-dessus de l'Océan, sont exclusivement crétacés, ceux de la cordillère de Coquimbo, à 7 degrés plus au N., sont les uns crétacés et les autres jurassiques, ces derniers rappelant des formes du lias. De sorte que, comme le pressentait fort bien M. Dufrénoy, qui, dès 1842, avait parlé de ce fait, dans son rapport sur les recherches de M. Domeyko, l'existence de la formation jurassique dans cette partie des Andes ne pouvait plus paraître douteuse.

Observations de M. Darwin.

Mais la séparation stratigraphique et géographique des deux formations secondaires n'avait pas été réellement tracée ; aussi ne fut-elle point admise par M. Ch. Darwin, et nous exposerons le résultat des recherches de ce savant voyageur, comme il l'a fait lui-même,

(1) *Prodrome de paléontologie*, vol. II, p. 103 et 107; 1850.
(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 507; 1847.
(3) *Prodrome de paléontologie*, vol. II, p. 211; 1850.

sans prétendre y mettre plus de précision. Nous comprendrons, en même temps, tout ce qu'il a décrit sous le nom de *formation crétacéo-jurassique*, sauf à rechercher si la réunion ou le passage des deux systèmes de couches a été confirmé ou infirmé par les études géologiques et paléontologiques ultérieures. Un grand nombre de roches clastiques et porphyroïdes, qui ont été soulevées avec ces roches secondaires, ainsi que les roches cristallines soulevantes, seront également décrites, afin de ne pas rompre les relations qui semblent exister entre elles et les strates, plus évidemment sédimentaires.

Déjà, dans son Journal de voyage, M. Ch. Darwin (1) avait indiqué la présence de dépôts secondaires dans les hautes chaînes que traverse la route de Santiago à Mendoza; mais il a décrit, depuis, ces roches d'une manière beaucoup plus détaillée, et nous empruntons ce qui suit à son remarquable ouvrage intitulé: *Observations géologiques sur l'Amérique du Sud* (2).

La région située entre la cordillère, ou les Andes du Chili, et l'océan Pacifique, a de 80 à 100 milles de large; elle est occupée par des chaînes de montagnes qui, à la hauteur de Valparaiso et plus au S., courent exactement N., S.; mais qui, au nord, affectent plusieurs directions. Près de la mer, elles sont principalement formées de syénites et de granites, ou de porphyres euritiques. Dans la partie basse du pays, surtout au nord de Valparaiso, on remarque un grand district de schiste argileux, avec des veines de quartz, et passant au schiste feldspathique et porphyrique. Plus près de la cordillère, les chaînes sont formées en partie de roches granitiques, et en partie de conglomérats porphyriques rouges, de porphyres argileux, dioritiques et autres.

Après avoir décrit la Campana de Quillota, montagne de 1950 mètres d'élévation, composée d'un noyau de diorite à grain fin, entouré de conglomérats porphyriques associés à de vrais porphyres et à des amygdaloïdes, l'auteur s'occupe des roches qui constituent la base des cordillères. La principale est un conglomérat de porphyre argileux, rougeâtre ou verdâtre. Les fragments, tantôt arrondis, tantôt anguleux, quelquefois mêlés les uns aux autres, constituent une brèche. La pâte, généralement porphyrique, renferme des cris-

(1) *Narrative of the surveying voyage*, etc., *of the Beagle*, vol. III, *Journal and Remarks*, p. 390, in-8. Londres, 1839.

(2) *Geological observations on South-America*, p. 169, in-8. Londres, 1846, avec coupes et pl. de fossiles.

taux de feldspath bien déterminés. Les fragments sont de diverses variétés de porphyres argileux (*clay-stone porphyry*), de même teinte que la pâte, puis de roches feldspathiques pâles comme un schiste argileux altéré, avec quelques grains de quartz, rarement de l'hornblende, mais point de mica. Les innombrables variétés que présentent ces brèches et ces conglomérats passent les unes aux autres.

(P. 173.) Les couches alternatives de porphyres et de conglomérats porphyriques renferment quelques lits de schistes feldspathiques, et constituent, par leur réunion, un grand système dont l'épaisseur peut être, par places, de 1800 à 2000 mètres et même davantage. Il s'étend pendant plusieurs centaines de milles, formant le versant occidental des Andes du Chili. A Iquique (Pérou), à 850 milles au nord du point le plus méridional observé dans le Chili, il forme encore, comme on l'a vu, un escarpement de 800 à 1000 mètres. M. Darwin ne doute pas que les divers porphyres, placés d'une manière concordante entre les lits de conglomérats, ne soient d'anciennes laves sous-marines. Les cratères, par lesquels ils se sont épanchés, auraient aussi donné passage aux conglomérats et aux brèches. Les anciens orifices sous-marins, d'où sont sortis les porphyres et les fragments, sont disposés en série linéaire, comme on l'observe encore pour les volcans en activité, ce qui explique la puissance de ce système de roches, de même que son peu d'étendue en largeur et son extension en longueur. En outre, ces roches ont été soumises à des actions métamorphiques nombreuses et variées.

Les roches d'andésite forment des masses blanches qui, par les fentes qui les divisent, par les fragments anguleux et foncés qu'on y voit accidentellement, les grands dykes ou ramifications qu'elles poussent dans les couches secondaires supérieures, ressemblent, d'une manière frappante, aux masses ordinaires de granite et de syénite. L'andésite, suivant M. Darwin, est principalement composée d'albite bien cristallisée, d'amphibole vert, souvent associé à beaucoup de mica, avec de la chlorite, de l'épidote et parfois quelques grains de quartz. Lorsque le mica et le quartz sont abondants, la roche ne peut être distinguée du granite, et pourrait être appelée *granite andésitique*. Lorsque, au contraire, ces minéraux manquent, et que les cristaux d'albite sont imparfaits, ce serait un *porphyre andésitique*. L'andésite se trouve d'abord à la Terre de Feu, ensuite au Chili où, de San-Fernando à Copiapo, sur une étendue de 450 milles, elle existe sous la plupart des axes de soulèvement;

elle se montre dans les Andes de Lima, au Pérou, et M. Erman l'a signalée dans le Kamtschatka oriental (1).

Coupe des Andes par le passage de Peuquènes et le Portillo.

Dans le passage des Andes par le Portillo, ou passage de Peuquènes, la cordillère est formée de plusieurs chaînons parallèles, dont les roches, anticlinales et uniclinales, courent du N. un peu O. au S. Quelques chaînons extérieurs plus bas varient dans leur direction. Les couches, quelquefois fort inclinées dans ces derniers, le sont toujours beaucoup dans les précédents; souvent même elles sont verticales et brisées par des failles énormes et fréquentes. La largeur totale de la chaîne, en suivant la coupe de Santiago aux pampas de l'est, par 33° de lat., est de 60 milles. La plaine de Santiago, à l'embouchure du Maypu, est à 700 mètres au-dessus de la mer, et les pampas de l'est à 1067. La hauteur de la crête de Peuquènes (2) est de 4025 mètres (13210 pieds angl.?), celle du Portillo de 4371 (14345) (3), et celle du fond de la vallée de Tenuyan qui les sépare, de 2294 (7530).

Dans la première partie de la coupe domine un grand système de conglomérat porphyrique, avec quelques pointements de roches andésitiques; plus haut on atteint un système très puissant de gypse reposant sur les conglomérats précédents et recouvert par une masse épaisse de psammite rouge, surmontée à son tour par une roche argilo-calcaire, compacte, noire, également très puissante, et formant la crête de Peuquènes, ou ligne de partage des eaux de l'Atlantique et de l'océan Pacifique. Le gypse, qui semble alterner avec les psammites rouges, est blanc, dur, compacte, à cassure saccharoïde. De larges concrétions irrégulières, gris noirâtre ou blanches, d'anhydrite cristalline, y sont souvent intercalées, ainsi que des variétés de gypse argileux, tendre et brunâtre. Les strates

(1) *Geograph. Journ.*, vol. IX, p. 510. — M. Abich (a) a analysé un minéral associé avec l'amphibole et le quartz, et qui se clive comme l'albite, mais qui est une espèce nouvelle qu'il a appelée *andésine*. Peut-être est-ce l'albite de M. Darwin. Cette substance est voisine de la leucite avec la plus grande proportion de sa potasse remplacée par de la chaux et de la soude. Par ses caractères extérieurs, elle ressemble d'ailleurs beaucoup à l'albite.

(2) Gillies, *Journ. of nat. and geogr. sc.*, août 1830.

(3) La coupe pl. 1, fig. 1, donne 14000 à 15000 pieds d'altitude à la crête de Peuquènes et 15000 à 16000 à celle du Portillo.

(a) *Ed. new. phil. Journ.*, vol. XXIV, p. 181.

de tout ce système sont plus ou moins redressés et concordants avec le conglomérat porphyrique sous-jacent.

Le passage de la route est estimé à 4025 mètres au-dessus de la mer, et les cimes environnantes de 4265 à 4570. La couche la plus basse, observée dans cette crête, est un grès rouge, recouvert par deux grandes masses d'argiles plus ou moins schisteuses, noires, dures, compactes, calcarifères, à cassure conchoïde, passant à un véritable calcaire, et renfermant des fossiles. Les variétés compactes, essayées au chalumeau, fondent facilement en un verre blanc, caractère très général des dépôts secondaires de ces montagnes. Un banc de gypse sépare les deux masses précédentes. Son épaisseur est de 100 mètres, et il présente les mêmes caractères que le gypse dont on vient de parler. L'ensemble de ces trois assises est d'environ 1000 mètres.

Lorsqu'on redescend à l'est de la chaîne, une vallée synclinale montre les couches disposées des deux côtés en ordre inverse, et permet de penser que les argiles noires, calcarifères avec le gypse, sont supérieures au grès rouge. Le gypse ne paraît pas d'ailleurs former des bancs suivis, mais d'immenses amandes qui s'amincissent dans telle ou telle direction, et finissent par cesser tout à fait. Les dykes de porphyre, nombreux sur les flancs de la chaîne, ne se montrent point cependant vers son centre, où les couches sont le plus disloquées.

Les fossiles des argiles schisteuses, calcarifères, noires, sont des Ammonites indéterminées, mais voisines de l'*A. recticostatus*, d'Orb., une Gryphée voisine de l'*Exogyra Couloni*, une Natice indéterminée, la *Cyprina rostrata*, d'Orb., le *Rostellaria angulosa*, id., et une Térébratule; fossiles regardés par M. Alc. d'Orbigny comme néocomiens. M. Meyen avait aussi trouvé, dans les couches correspondantes de la vallée du rio Volcan, des coquilles dont nous avons parlé ci-dessus. Les bancs fossilifères atteignent les plus hautes cimes du passage de Peuquènes, c'est-à-dire une altitude de 4500 mètres.

En continuant à s'avancer vers l'E., M. Darwin trouva, succédant au grès rouge, un conglomérat très puissant, qui occupe toute la vallée de Tenuyan, laquelle sépare la chaîne de Peuquènes de celle du Portillo. Ce conglomérat, dont les couches inclinent à l'O., comme celles de la grande formation précédente, sous laquelle elles semblent plonger, quoiqu'elles soient en réalité plus récentes, est composé de cailloux plus ou moins arrondis de grès rouge, de divers porphyres, de calcaire brunâtre et d'argile schisteuse, calcarifere,

noire, semblables aux roches de la chaîne précédente, et contenant les mêmes fossiles. On y remarque en outre beaucoup de cailloux de quartz, de micaschiste et de roches cristallines avec feldspath orthose qui doivent provenir de la chaîne du Portillo qui borde la vallée à l'E. Sous ce conglomérat, de 450 à 600 mètres d'épaisseur, se montrent, vers l'E., et en stratification concordante, une assise de roche tendre, diversement colorée, puis une masse épaisse de grès siliceux blanchâtre, micacé, en feuillets minces, traversé par des dykes de porphyre altéré et reposant directement sur les granites rouges massifs de la chaîne du Portillo. Le grès, pénétré par de nombreux dykes ramifiés provenant de ce même granite, est changé en quartz grenu, semblable à celui des îles Falkland. On y remarque des mouchetures de poussière ocreuse et des points cristallins noirs probablement de mica imparfait. Les bancs de quartzite sont quelquefois pliés ou arqués, de manière à présenter la forme d'un dôme très régulier. Le granite rouge qui constitue le noyau et l'axe de la chaîne du Portillo, formant de magnifiques aiguilles et des escarpements abrupts sur son versant occidental, a aussi pénétré les micaschistes de sa pente opposée, où ne se voient plus les roches secondaires de l'ouest.

Le conglomérat de la vallée de Tenuyan, relevé par le granite comme les grès feuilletés, est non seulement postérieur aux couches fossilifères de Peuquènes, mais encore à leur soulèvement et à leur dénudation. De plus, les courants de lave du pied oriental de la chaîne prouvent qu'après que celle-ci eut acquis ses contours généraux actuels, elle continua de s'élever comme un axe suivant lequel s'opérait le mouvement. Les plaines qui s'étendent au delà de la base de la cordillère jusqu'à l'Atlantique montrent aussi que le continent en masse a été porté à une hauteur de 1066 mètres, et probablement davantage. M. Darwin fait voir en outre que le dépôt des grès et des conglomérats de la vallée de Tenuyan a dû exiger non seulement un laps de temps énorme, mais encore des mouvements d'abaissement très prononcés ; aussi, dit-il, quelle succession de changements de niveau, de destructions et de transports, tous postérieurs aux dernières formations secondaires de l'Europe, la structure de cette chaîne ne nous révèle-t-elle pas !

Coupe des Andes par la Cumbre ou passage d'Uspallata.

(P. 187.) La traversée des Andes, par le Cumbre ou passage d'Uspallata, coupe la chaîne à 60 milles au nord du précédent. La moitié occidentale ou Cumbre correspond au chaînon de Peuquènes, et l'autre moitié, celle d'Uspallata, représente, quoique sur une

beaucoup plus petite échelle, le chaînon du Portillo. Depuis le point où la rivière Aconcagua débouche dans la plaine jusqu'au Cumbre qui est à 3794 mètres d'altitude, on ne rencontre guère que des conglomérats porphyriques et des porphyres en place, puis quelques pointements d'andésite. Le plongement est toujours à l'O., vers l'océan Pacifique. Sur la pente orientale, la disposition des roches est plus compliquée.

M. Darwin donne une coupe des environs du pont de l'Inca, qui montre une série de plus de 1800 mètres d'épaisseur, depuis les schistes altérés de la base, recouverts par des conglomérats porphyriques, jusqu'aux gypses alternant avec des grès rouges. L'ensemble des strates gypsifères n'a pas moins de 600 mètres de puissance. Non seulement le gypse, mais encore le grès et les conglomérats sont disposés en grandes amandes qui s'amincissent et se remplacent mutuellement. Ce système gypseux paraît correspondre à celui de la coupe de Peuquènes. Des échantillons renfermant des coquilles, trouvés sur la route, mais non en place, paraissent provenir d'un calcaire impur situé vers le bas de la coupe. Ces fossiles, qui rappellent des formes néocomiennes, sont une Gryphée voisine de l'*Exogyra Couloni*, une Arche voisine de l'*A. Gabrielis*, et une Trigonie voisine de la *T. costata*; d'autres, telles qu'une Pholadomye et l'*Isocardia excentrica*, seraient jurassiques. Cependant ce calcaire, presque à la partie inférieure de la série, repose précisément sur le conglomérat porphyrique et se trouve certainement, dit l'auteur, à plusieurs milliers de pieds plus bas que son équivalent dans la chaîne de Peuquènes. Ces couches fossilifères sont surmontées par une série d'au moins 1200 mètres d'épaisseur totale, ce qui oblige d'admettre qu'après leur formation, le fond de la mer, ou l'emplacement de la principale ligne de la cordillère actuelle, doit s'être abaissé de plusieurs milliers de pieds pour permettre l'accumulation de strates sous-marins qui paraissent à M. Darwin s'être déposés sous des eaux très profondes.

Si l'on s'avance ensuite à l'E., vers la plaine d'Uspallata, on trouve un porphyre rouge, formant une masse isolée au milieu du conglomérat porphyrique, et qui, s'élevant au-dessus du passage de la Jaula, représenterait le granite rouge de la chaîne du Portillo. Le sol de la plaine d'Uspallata située à 1800 mètres d'altitude, est composé de lits de sable rouge et blanc, avec des lits de cailloux et de petit gravier inclinés de 45° et davantage. Ce dépôt, disloqué par de petites failles, est recouvert d'une masse épaisse de gravier

horizontal évidemment déposée sous l'eau. Cette plaine correspond aussi à la vallée de Tenuyan, mais ici les matériaux détritiques, provenant des montagnes situées à l'est et à l'ouest, ont été fortement consolidés, puis les bancs ont été brisés, disloqués et partout redressés. Leur formation semble en outre remonter à une époque plus ancienne que celle des précédents.

La chaîne même d'Uspallata, composée d'une série très puissante de laves basaltiques et trachytiques séparées par des assises de tufs très variables, disloquées à plusieurs reprises et reposant sur des schistes argileux métamorphiques, ne renferme plus de roches stratifiées secondaires de la période qui nous occupe, et comparables à celles du Cumbre à l'est.

Chili septentrional

(P. 208.) De Valparaiso à Coquimbo règnent les granites, les syénites, les diorites et des schistes argileux feldspathiques. Plus près de Coquimbo, ce sont des amphibolites et des porphyres. Une coupe faite d'Illapel au N.-E., vers les mines de *los Hornos*, et continuée de ce point à Combarbala, au pied de la cordillère, montre, après les porphyres et les conglomérats porphyriques, une formation gypseuse concordante, d'une très grande épaisseur, mais très dénudée. Nous en parlerons ici parce que nous ne pouvons pas plus que M. Darwin la séparer des gypses que nous avons vus associés aux grès dans les coupes décrites ci-dessus. Dans une large vallée située au sud des mines de los Hornos, la partie inférieure de la série renferme des lits innombrables de gypse, extrêmement minces, alternant avec des argiles schisteuses calcarifères. La partie supérieure est composée de ces mêmes argiles, mais dépourvues de gypse; elles sont d'ailleurs très variables dans leurs caractères minéralogiques. Vers le haut surtout elles ont été traversées et modifiées par de nombreuses apparitions de porphyres. Des veines de pyrite de cuivre, de fer micacé, et quelques veines aurifères s'y voient également. La base de ce système pourrait représenter les assises de la grande cordillère, et la partie supérieure celles de la chaîne d'Uspallata, dont M. Darwin (p. 209) aurait démontré la postériorité aux couches gypseuses ou néocomiennes de cette même chaîne. Mais d'après ce qui vient d'être dit, et d'accord avec les détails de la coupe donnée par ce savant, la chaîne d'Uspallata serait seulement composée d'anciennes laves et de tufs volcaniques traversés par des granites, et dépourvue de formations secondaires.

Les roches qui renferment les minerais de cuivre de Panuncillo,

comme celles du district des mines d'Arqueros, sont très variables, et leurs caractères peu tranchés. Elles sont d'un rouge foncé, bréchoïdes, compactes, avec beaucoup de fer et beaucoup de carbonate de chaux cristallisé. D'autres sont vertes; quelques unes deviennent porphyroïdes. Elles passent d'ailleurs les unes aux autres par des nuances insensibles. Les filons nombreux qui les traversent courent N.-O., S.-E., et généralement à angle droit des dykes. Ils renferment de l'argent natif, des muriates d'argent, un mélange d'argent, de cobalt, d'antimoine et d'arsenic, ordinairement enveloppé par le sulfate de baryte.

(P. 212.) En descendant du district d'Arqueros, on trouve le conglomérat porphyrique recouvert par un calcaire brun argileux, de quelques centaines de pieds d'épaisseur, et composé en partie d'*Hippurites chiliensis*, d'Orb.; au-dessus viennent un calcaire argileux noir et un conglomérat rouge. D'après les fossiles assez peu déterminables qu'il y a recueillis, M. Darwin pense que ces couches représentent celles du pont de l'Inca, placées à la base de la série gypseuse et au-dessus du conglomérat porphyrique.

Après avoir donné une coupe de cette série, au nord de l'hacienda de Pluclaro, où son épaisseur n'a pas moins de 1800 mètres, il expose celle qu'il a prise au nord du rio Claro, et dont la partie supérieure paraît correspondre aussi à certaines portions du système gypseux, et les bancs inférieurs de grès rouges, de conglomérats et de calcaires fossilifères, aux couches à Hippurites précédentes. Les fossiles qu'il a rencontrés dans cette localité sont le *Pecten Dufrenoyi*, d'Orb., l'*Ostrea hemispherica*, id., la *Terebratula ænigma*, id., le *Spirifer linguiferoides*, Ed. Forb., une Ammonite provenant des environs d'Arqueros, suivant M. Domeyko, la *Turritella Andii*, d'Orb. (*Pleurotomaria Humboldti*, de Buch), le *Nautilus Domeykus*, id., la *Terebratula Ignaciana*, id. Les rapports que l'on a cru trouver entre quelques uns de ces fossiles et des espèces connues en Europe, soit dans la formation crétacée, soit dans la formation jurassique, et la certitude où est M. Darwin de l'identité de leur gisement, lui fait dire que, quelque extraordinaire que cela puisse paraître, il n'est pas douteux pour lui que ces divers corps organisés, notamment les Hippurites, les Gryphées, les Huîtres, les Peignes, les Turritelles, les Nautiles, les Térébratules et les Spirifers, n'appartiennent tous à un même système. Celui-ci, établissant en quelque sorte un passage entre les dépôts jurassiques et crétacés, serait désigné sous le nom de formation *crétacéo-oolithique*,

et comprendrait tout cet ensemble de couches de l'Amérique méridionale.

Si l'on compare les coupes de cette vallée de Coquimbo avec celles des cordillères, données ci-dessus, et avec celles du district intermédiaire de los Hornos, on trouve, de part et d'autre, une grande ressemblance générale dans les caractères minéralogiques des roches. En outre, les couches reposent, des deux côtés, sur le conglomérat porphyrique, et sont recouvertes par le système gypseux. Les fossiles du pont de l'Inca, trouvés à la base de ce système et répandus dans presque toute l'épaisseur des dépôts de la chaîne de Peuquènes, indiquent la période néocomienne. Aussi, le gypse et tous les strates qui y sont associés, dans les diverses coupes, appartiendraient-ils à cette même formation *crétacéo-oolithique*.

Entre Coquimbo et Guasco, la cordillère présente encore le grand système gypseux, avec des fossiles semblables aux précédents. Une coupe, de la vallée de Copiapo à la base de la principale cordillère, montre une suite d'axes de soulèvement remarquables et le système gypseux, avec les mêmes caractères pétrographiques et les mêmes fossiles, aux environs de las Amolanas (*Pecten Dufrenoyi*, d'Orb., *Turritella Andii*, id., *Astarte Darwinii*, Forb., *Gryphœa Darwinii*, id., *G.*, n. sp., *Perna americana*, id., *Avicula*, n. sp.). Les lits inférieurs contiennent des milliers de *Gryphœa Darwinii*, et les supérieurs beaucoup de Turritelles, avec une nouvelle espèce de Gryphée. La *Terebratula œnigma* se trouve dans tous les bancs, et aux environs des mines d'argent de Chanuncillo, situées dans le système gypseux, comme celle d'Arqueros.

Dans la coupe de las Amolanas, ce dernier système, avec les bancs supérieurs du conglomérat porphyrique, n'a pas moins de 2400 mètres d'épaisseur. La vallée de Despoblado, qui se réunit à celle de Copiapo, un peu au-dessus de cette ville, permet de juger que les couches gypseuses seules ont environ 2128 mètres, et que les couches fossilifères sont recouvertes encore par 1200 ou 1800 mètres d'autres strates. Ne pouvant pas supposer que le plus grand nombre des coquilles aient vécu à une profondeur de plus de 50 à 70 mètres, M. Darwin pense, comme dans les exemples précédents, que le lit de la mer s'est abaissé pendant l'existence de ces animaux, puisqu'on en observe à toutes les hauteurs de la série. Les caractères minéralogiques des conglomérats et des graviers conduisent à la même conclusion, et l'état très amygdaloïde, ou celluleux, de quelques laves porphyriques, placées sous la série gypseuse, ne

porte pas à croire non plus qu'elles se soient épanchées sous la pression d'un océan bien profond.

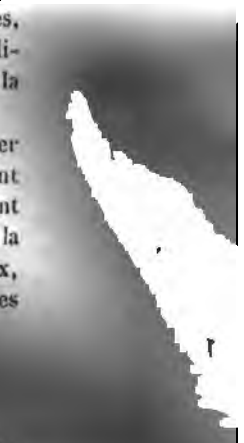
La suite de la coupe, vers la cordillère, montre encore sept ou huit axes de soulèvement dirigés N., S., et qui paraissent tous se prolonger fort loin dans ces deux directions. La stratification est constamment très tourmentée, et tout le district, compris entre la mer et la cordillère, est plus ou moins métallifère. L'action métamorphique, même dans les couches inférieures, a été beaucoup moins énergique que dans le centre du Chili.

Résumé et considérations théoriques.

(P. 237.) Dans son résumé des phénomènes géologiques dont les Andes et surtout la partie méridionale de l'Amérique du Sud ont été le théâtre, M. Ch. Darwin s'attache à faire voir que les côtes de l'océan Pacifique, sur une étendue de 1200 milles, de Tres Montes à Copiapo, et même beaucoup plus loin, sont composées, à l'exception des bassins tertiaires, de schistes métamorphiques, de roches ignées et de schistes argileux plus ou moins altérés. Sur ce lit de l'ancien Océan, s'épanchèrent des porphyres dioritiques et des porphyres argileux rouge pourpre, en même temps que des fragments de ces mêmes roches, alternativement anguleux et arrondis, étaient rejetés par les cratères sous-marins. La plupart des éruptions eurent lieu sous des eaux profondes. Leurs orifices paraissent s'être étendus sur un espace de 50 à 100 milles de largeur et avoir été néanmoins assez rapprochés les uns des autres pour que les matières rejetées formassent une nappe continue du N. au S. et de l'E. à l'O., laquelle, dans le centre du Chili, atteint une épaisseur de plus de 1 mille.

Ensuite, vint se déposer le grand système gypseux ou *crétacéo-oolithique* de l'auteur, pendant que des laves feldspathiques et d'autres roches ignées étaient encore rejetées de l'intérieur; mais il ne s'ensuit pas qu'une ligne de démarcation bien nette ait pu être tracée entre le système de couches précédent et les porphyres, ou conglomérats porphyriques sous-jacents, la séparation indiquée par M. Darwin n'ayant eu pour but que d'en faciliter la description.

Vers le commencement de la période gypseuse, le fond de la mer aurait été peuplé d'un petit nombre d'espèces de mollusques, dont les individus étaient, au contraire, extrêmement multipliés. Au pont de l'Inca, les fossiles se trouvent à la base de la formation; dans la chaîne de Peuquènes, ils y sont disséminés à plusieurs niveaux, depuis la base jusqu'au sommet, et ils relient entre elles les diverses



couches du système en les rattachant toutes à une même période. Il en est encore ainsi aux environs de Copiapo, où la série atteint une épaisseur de 2000 à 2400 mètres. Suivant l'opinion de quelques paléontologistes, ces fossiles, dans le centre du Chili, appartiendraient à la formation crétacée inférieure, tandis qu'au nord il y aurait un mélange de formes jurassiques; mais les relations stratigraphiques ne permettent pas de les séparer dans le temps.

Les roches de ce système, extrêmement variées dans leurs caractères pétrographiques, se remplacent les unes les autres à de très petites distances, et avec une fréquence qu'on n'observe même pas dans les dépôts tertiaires. Beaucoup de leurs éléments sont facilement fusibles, et paraissent provenir de volcans alors en activité et de produits volcaniques remaniés. Si l'on se représente un vaste fond de mer très inégal, avec de nombreux cratères, quelquefois en éruption, mais le plus ordinairement à l'état de solfatare, d'où se dégageaient des substances ferrugineuses, siliceuses, calcaires, et du gypse, ou de l'acide sulfurique, en quantité qui surpasserait celle qui se dégage des volcans sulfureux de Java, on comprendra, dit l'auteur, les circonstances dans lesquelles se sont accumulées toutes ces couches de nature si variée. Les animaux, dont nous retrouvons les coquilles fossiles, auraient vécu pendant les intervalles de repos des agents volcaniques, alors que se déposaient les calcaires et les sédiments argileux.

La distribution des mêmes espèces, et les couches énormes qui les recouvrent dans certains cas, tandis que, dans d'autres, on les rencontre dans toute la série, doit faire admettre un abaissement du fond de la mer pendant la succession de ces dépôts. Cette conjecture s'accorde avec la présence, à divers niveaux, de beaucoup de conglomérats grossiers, dont les cailloux, bien arrondis, ne peuvent avoir été transportés dans une eau très profonde. Cet abaissement contemporain du système gypseux se serait étendu sur un espace d'au moins 400 milles, du N. au S. De nombreux troncs de bois silicifiés (los Hornos, Copiapo, etc.) indiquent la présence de terres émergées non loin des limites de cette surface sous-marine.

Après avoir recherché les caractères et la position du sous-sol, ou des roches qui ont précédé le conglomérat porphyrique et la formation gypseuse, ainsi que les circonstances physiques qui ont présidé au dépôt de cette dernière, M. Darwin fait voir que leur soulèvement a produit le Cumbre et les chaînes voisines, et qu'il fut suivi d'une accumulation de matières tufacées et de laves sous-marines très

puissantes, sur l'emplacement actuel de la chaîne d'Uspallata. Au soulèvement de la série gypseuse contemporaine de la chaîne de Peuquènes, succédèrent aussi les conglomérats de la vallée de Tenuyan. On a vu que, pendant cette accumulation et celle des strate d'Uspallata, avait eu lieu un abaissement de plusieurs milliers de pieds, de sorte qu'il se serait produit, dans cette seconde grande période de dépression du sol, comme dans la première, des mouvements locaux et accidentels en sens inverse; car les arbres, placé verticalement au milieu des couches d'Uspallata, doivent avoir végété sur un sol mis à sec par suite de l'émersion momentanée du fond de la mer. Dans une période plus récente, presque au commencement des dépôts tertiaires anciens de la Patagonie et du Chili, le continent se trouva, à très peu près, à son niveau actuel; mais alors eut lieu, pour la troisième fois, un abaissement de plusieurs centaines de pieds, lequel fut, à son tour, suivi d'un dernier relèvement lent et progressif, qui ramena la surface du pays au niveau qu'il occupe de nos jours.

Les plus hauts pics des cordillères sont des volcans en activité, ou plus ordinairement assoupis (le Tupungato, le Maypo, l'Aconcagua, qui atteint 7000 mètres d'altitude, etc.). Les cimes qui viennent ensuite sont formées de couches porphyriques et de couches gypseuses, verticales ou fortement redressées. Mais, outre les élévations résultant ainsi du déplacement angulaire des strates, M. Darwin déduit encore des bordures de gravier qui inclinent doucement, à partir de l'origine des vallées, puis des dépôts de cailloux qui recouvrent la base des montagnes, pour se rattacher plus loin aux plaines unies, dont le sol est jonché de coquilles analogues à celles qui vivent encore sur la côte voisine, que toute la chaîne des Andes a été soulevée en masse par un mouvement lent, dont l'amplitude fut d'au moins 2400 mètres. Dans la vallée de Despoblado, au nord de Copiapo, cette amplitude aurait été de 3000 mètres. Le soulèvement, sans avoir été toujours parfaitement horizontal, a pu être aussi plus prononcée sous la chaîne même qu'à l'est et à l'ouest.

Les crêtes, dues au soulèvement angulaire, sont quelquefois d'une grande longueur, et dans les parties centrales de la chaîne elles sont généralement parallèles les unes aux autres, courant du N. au S.; mais souvent vers les bords elles se prolongent plus ou moins obliquement par rapport à l'axe principal. Quoique le déplacement angulaire ait été beaucoup plus violent au centre que sur les flancs, il y a quelques exceptions pour certaines crêtes des flancs extrêmes.

L'énergie du phénomène s'est montrée alors fort inégale dans les diverses portions d'une même ligne de peu d'étendue, la croûte solide ayant probablement cédé davantage le long des lignes de fissures, sur certains points qui furent sans doute aussi les premiers foyers d'éruption, et ensuite les orifices par où sortirent les porphyres et les andésites.

La grande ressemblance des granites andésitiques et des porphyres au Chili, à la Terre de Feu et au Pérou, est un fait remarquable. Dans beaucoup de cas les roches d'andésite ont été les dernières injectées, et l'on peut conjecturer qu'elles forment un dôme continu sous cette grande chaîne. Elles se trouvent en relation directe avec les laves modernes, et paraissent avoir été l'agent immédiat qui a métamorphosé les roches du conglomérat porphyrique, et fréquemment aussi les couches gypsifères jusqu'à la grande distance où elles manifestent des altérations.

Quant à leur âge, beaucoup de ces chaînes parallèles ont été élevées et injectées en même temps, comme dans les archipels volcaniques, où l'on voit des laves contemporaines qui se sont fait jour par des fentes parallèles. Néanmoins, diverses circonstances prouvent que des portions de ligne des deux principales formations, celle des conglomérats et celle du gypse, ont été successivement soulevées. Dans la chaîne du Portillo, une ligne granitique préexistante a été soulevée à plusieurs reprises longtemps après l'élévation de la chaîne parallèle de Peuquènes. De plus, après celle de la chaîne de Cumbre, la chaîne d'Uspallata fut formée et soulevée. Plus tard le sable et les graviers de la plaine d'Uspallata ont été dérangés à leur tour. Beaucoup de chaînons secondaires sont d'ailleurs plus récents que la cordillère elle-même.

(P. 247.) La permanence des agents ignés dans cette chaîne est encore une circonstance remarquable sur laquelle le savant voyageur anglais appelle l'attention des géologues. Ainsi, l'émission des laves sous-marines alternant avec les assises du conglomérat porphyrique, des filons de roches fedspathique et d'abondantes émanations minérales pendant la période gypseuse, puis les éruptions de la chaîne d'Uspallata, les courants et les laves basaltiques du pied oriental de la chaîne du Portillo, plus tard les éruptions de l'époque tertiaire, et enfin çà et là, au milieu des montagnes, de très anciens produits volcaniques démantelés et sans cratères, témoignent à chaque pas de la continuité des forces souterraines, tandis que des cratères encore parfaitement conservés, mais éteints, d'au-

tres réduits à l'état de solfatare, et un certain nombre accidentellement ou constamment en activité, viennent compléter le tableau des phénomènes ignès des Andes du Chili, qui, sauf quelques instants de repos, furent le théâtre d'éruptions volcaniques depuis une époque antérieure aux dépôts secondaires jusqu'à nos jours. Actuellement encore, les tremblements de terre ressentis incessamment sur divers points de la côte occidentale prouvent que cette énergie déjà si ancienne est loin d'avoir entièrement cessé.

Ces abaissements et ces soulèvements successifs du sol, démontrés par M. Darwin pour cette partie déjà considérable du continent américain, et cette histoire si compliquée des changements lentement accomplis, sont donc bien opposés aux idées des personnes qui regardent les Andes comme une chaîne élevée ou formée tout entière et d'un seul coup, dans un temps très rapproché de nous. L'auteur avait d'ailleurs fait voir, dans une publication précédente (1), que l'état excessivement disloqué des couches des cordillères, loin d'indiquer des périodes particulières d'extrême violence, offrirait pour leur explication des difficultés insurmontables, si l'on n'admettait pas que les masses de roches des axes de soulèvement d'abord liquéfiées ont été injectées à plusieurs reprises et à des intervalles suffisamment longs, pour que leur refroidissement et leur consolidation aient pu avoir lieu successivement.

Observations de M. Domeyko. — Généralités.

Les motifs qui nous ont fait décrire en même temps tout le grand système de couches désigné par M. Darwin sous le nom de formation *crétacéo-jurassique*, ainsi que les conglomérats sous-jacents, nous obligent à procéder de la même manière pour exposer les recherches que M. I. Domeyko (2) a aussi publiées sur le Chili, précisément la même année que parut l'ouvrage du savant voyageur anglais. Nous avons pensé qu'il serait intéressant de mettre en regard ces deux tableaux de la géologie secondaire du Chili, pris à des points de vue un peu différents par des observateurs fort distingués. Nous avons préféré cette marche analytique assez longue à un essai de coordination, sans doute moins étendu, mais qui aurait eu l'inconvénient, dans un sujet aussi vaste et où tout n'est pas encore éclairci, de rompre l'ensemble et la liaison des idées de chaque

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 626.

(2) *Recherches sur la géologie du Chili, et particulièrement: 1° sur le terrain de porphyres stratifiés dans les cordillères; 2° sur le rapport qui existe entre les filons métallifères et les terrains du système des Andes* (*Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. IX, p. 3, 1846, avec cartes et coupes).

auteur, d'enlever à ses travaux une partie de leur mérite et de courir le risque de commettre nous-même quelque méprise ou quelque oubli.

M. Domeyko distingue sur le versant occidental des cordillères du Chili trois groupes de roches qu'il désigne sous les épithètes: 1° de *terrain stratifié secondaire* antérieur au soulèvement des Andes; 2° de *masses soulevantes* contemporaines de ces mêmes montagnes; 3° de *dépôts tertiaires* postérieurs à ces soulèvements. Ceux-ci constituent les plaines horizontales de la côte et pénètrent dans les vallées où ils offrent plusieurs étages, qui prouvent autant de phases différentes, survenues dans le soulèvement lent et graduel du pays, après le mouvement général et brusque des Andes. On voit tout de suite que le premier groupe de roche correspond à la *formation crétacéo-oolithique* de M. Darwin avec les conglomérats porphyriques stratifiés, le second aux porphyres, aux diorites et aux granites sous-jacents. Ainsi le lecteur raccordera facilement les détails qui vont suivre avec ceux qui précèdent.

On peut reconnaître dans ce pays deux chaînes principales de montagnes : l'une à l'ouest, qui longe la côte; l'autre à l'est, qui constitue les Andes proprement dites. Cette dernière est formée par les roches du premier groupe que supporte une partie de celles du second, tandis que la première est entièrement composée des roches du second groupe. Ces deux chaînes sont séparées, à partir de Chacabuco, à 10 lieues de San-Felipe de Aconcagna, par une vallée de plus de 200 lieues de long, qui se prolonge au S. jusqu'au delà de Concepcion et de Valdivia. Cette vallée, où sont bâties Santiago, Rancagua, San-Fernando, Talca, etc., est la partie la plus riche et la plus fertile du Chili. Toute la région littorale, située à l'ouest, est occupée par des montagnes granitiques, aplaties ou arrondies, sans apparence de stratification qui séparent des vallées larges et évasées, puis par des plateaux couverts de détritus granitiques, enfin par quelques bassins tertiaires; tandis que dans la région de l'est on voit s'élever une suite d'escarpements qui, à une certaine hauteur, montrent les ondulations d'un système de roches stratifiées, couronnées par des cimes enveloppées de neiges perpétuelles.

Le second groupe de M. Domeyko comprend des masses non stratifiées, granitoïdes ou porphyriques, dont la roche principale est composée de quartz, de feldspath, de mica et d'amphibole, et, suivant la prédominance de l'une ou de l'autre de ces substances, on a une pegmatite, un diorite, une syénite, un granite proprement dit, etc. De plus, chacune de ces roches passe au porphyre et à des

masses homogènes où les éléments constituants ne sont plus reconnaissables. Elles composent toute la côte de l'océan Pacifique, et forment des montagnes peu élevées, disposées sur plusieurs lignes qui n'ont point de crête commune. Elles occupent un espace de 10 à 12 lieues de large de l'O. à l'E., et dans les provinces du sud s'étendent jusqu'à 30 lieues de la mer. Elles sont limitées du côté de la cordillère par le terrain secondaire stratifié du premier groupe sous lequel elles plongent. On les voit néanmoins sortir à plusieurs reprises de dessous ce terrain pour former les cimes élevées de la cordillère, où elles rencontrent la ligne des volcans modernes.

L'auteur distingue dans ces roches d'abord des masses de granite, ordinairement les plus éloignées du centre de la chaîne, constituant la partie inférieure du système le long de la côte où elles passent accidentellement au gneiss et au micaschiste, et dont l'orthose est l'élément essentiel; ensuite des masses granitoïdes et porphyriques, touchant au terrain secondaire qu'elles ont soulevé et renfermant presque toujours de l'albite et de l'amphibole. Les premières, généralement stériles, ne seraient que les restes d'un terrain antérieur aux dépôts secondaires dont la formation avait précédé le soulèvement des Andes; les secondes, les roches soulevantes proprement dites, occupant les points les plus accidentés du système, contiennent une immense quantité de filons métallifères placés très souvent près du contact de ces roches avec les strates qu'elles ont disloqués.

Le désordre et les variations de ces produits ignés permettraient difficilement d'assigner leur âge si les roches sédimentaires qui constituent la partie essentielle du système montagneux ne venaient fixer l'époque du soulèvement des Andes.

Les roches stratifiées secondaires ne s'abaissent guère au-dessous de 700 à 800 mètres d'altitude, et sont plus développées au nord, dans les provinces d'Huasco et de Copiapo, où, riches en minerais d'argent, elles sont à 12 ou 15 lieues de la mer, que dans les provinces du sud, où elles en sont à 30 lieues et voisines de la ligne de faîte. Comme M. Darwin, M. Domeyko pense que tout le système des roches stratifiées appartient à un seul ensemble géologique qu'il rapporte, sans se prononcer plus catégoriquement, à la formation jurassique ou à la formation crétacée.

On y remarque peu de roches calcaires ou arénacées, tandis que les porphyres y abondent, alternant avec des schistes porphyroïdes, des brèches et des tufs porphyriques, et avec différentes roches siliceuses, compactes et schistoïdes.

Les calcaires compactes fossilifères, assez fréquents au nord, s'y montrent à diverses hauteurs, souvent dans les premières lignes d'escarpement du groupe, tandis qu'au sud ils se trouvent près de la ligne de faîte, pour disparaître entièrement au delà de la vallée du Maypu. Ainsi, on les voit dans la partie supérieure du système au passage de Peuquènes, sur la route de Santiago à Mendoza, à diverses hauteurs, aux latitudes d'Huasco et de Copiapo, et à peu près vers la base du groupe à celle de Coquimbo. Ces calcaires ne forment pas un horizon particulier, mais paraissent être subordonnés aux grandes masses de porphyres stratifiés et de roches schisteuses ou bréchoïdes qui règnent sans interruption dans toute la chaîne des Andes, constituant à elles seules la plus grande partie des montagnes.

Cordillère de Santiago et de Rancagua.

L'auteur décrit ensuite les porphyres stratifiés appartenant à ce groupe, et qu'il a particulièrement étudiés dans les cordillères de Santiago et de Rancagua. Les difficultés de cet examen viennent de ce que la partie soulevée étant porphyrique, comme l'est souvent aussi la masse soulevante, il est parfois impossible de distinguer l'une de l'autre. En outre, les roches soulevées ont été traversées à diverses reprises par la roche soulevante, et il en est résulté des failles et des dislocations extrêmement compliquées. Enfin, les roches soulevantes étant arrivées au jour par des fentes et par des déchirements latéraux, apparaissent sous forme de bancs réguliers qui ont altéré et modifié plus ou moins profondément les roches soulevées les plus hautes de la série. Le porphyre argileux, le porphyre à noyaux de jaspe et de calcédoine, le porphyre zéolithique, le porphyre amphibolique, les brèches et les tufs porphyriques sont successivement décrits par M. Domeyko. Ce savant signale aussi, comme M. Darwin, des empreintes végétales et des troncs de bois silicifiés ou carbonisés dans des tufs porphyriques ou bréchoïdes, de même qu'au milieu des porphyres et des brèches stratifiées, près de Peuco, à 18 lieues au sud de Santiago, et près du mont Aucayes, sur la rive gauche du rio Colorado.

Les roches soulevantes ne renferment point de zéolithes, de jaspes, ni de calcédoines; leur structure est plus ou moins granitoïde; elles passent au diorite ou au porphyre dioritique avec amphibole et mica; cette dernière substance ne se montre pas dans les porphyres stratifiés précédents. Au contact des roches de soulèvement, la stratification des dépôts disparaît fréquemment, et ceux-ci se transforment en une roche qui, dans le pays, a reçu le nom

de *tofos*. Elle constitue presque toujours un véritable kaolin terreux ou compacte, caverneux, âpre au toucher, que l'on reconnaît de très loin à sa teinte blanche bigarrée de jaune, de rouge et de brun noir. Quelquefois la roche ne contient plus que de la silice, prend l'aspect de hornstein et est appelée *pedernal* par les habitants. La diversité de ses teintes provient de la pyrite de fer disséminée dans la roche en contact, et dont la décomposition permet au fer de passer à divers degrés d'oxydation.

(P. 21.) Dans son examen des filons métallifères, M. Domeyko fait remarquer qu'en général les filons d'or et de cuivre appartiennent au second groupe; ceux d'argent, de cuivre argentifère, de sulfo-arséniure et de sulfo-antimoniure d'argent, au premier. En subdivisant le second groupe en roches plus anciennes et en roches soulevantes, on trouve que les filons d'or existent plus particulièrement vers la côte, au milieu des montagnes granitiques, et les filons de cuivre non argentifère, sans arsenic ni antimoine, dans les diorites, les porphyres dioritiques, les eurites, etc., qui coupent les roches soulevantes au voisinage des dépôts soulevés. Il en est de même pour les minerais d'argent. Les chlorures et les amalgames natifs se rencontrent près de la principale ligne de contact des deux groupes du côté de la mer; plus à l'est on voit apparaître les arséniures, les sulfo-arséniures cuivreux et argentifères, et, plus près encore des cordillères, les cuivres sulfurés argentifères, le plomb sulfuré, la blende, la pyrite argentifère, etc. Le mercure s'observe tantôt associé à l'or et au cuivre dans les filons du second groupe, tantôt associé à l'argent dans ceux du premier. Dans le premier cas il est seulement à l'état de sulfure ou de chlorure, dans le second à l'état d'amalgame.

District de Copiapo.

(P. 365.) Toutes les roches stratifiées, observées depuis Antoco jusqu'au pont du Diable, à l'est de Copiapo, sont en couches régulières, plongeant à l'E. et montrant des failles et des dérangements locaux. La base du système est toujours formée de roches porphyroïdes ou compactes, siliceuses, alternant vers le haut des montagnes avec des calcaires argileux et des gypses. Les porphyres stratifiés de Potrero-Seco, situés plus à l'est, sont à pâte compacte ou terreuse, bigarrée de brun violacé, de vert, de gris et de gris bleuâtre. Ce sont les plus fréquents et les plus caractéristiques de ce groupe dans les Andes, et à peu de distance de ce point ils ont été soulevés par les diorites.

En décrivant les filons et les mines de San-Antonio et du Cerro Blanco, M. Domeyko représente cette dernière montagne, qui do-

mine un vaste horizon, comme formée, à son sommet, d'une brèche puissante, associée aux porphyres bigarrés, liés eux-mêmes à des roches compactes, homogènes, et passant à celles du groupe granitique. Tout le massif est traversé par des filons qui courent parallèlement aux Andes, et pénètrent jusqu'aux roches les plus basses. Le filon principal, qui commence près du sommet, est presque vertical, et coupe, sans dévier, toutes les couches de porphyres et les brèches qui les recouvrent. Sa largeur, quoique variable, ne dépasse pas 0m,8, et il n'est pas moins remarquable par les minéraux qu'il renferme que par la manière dont ceux-ci sont distribués, de haut en bas. Ainsi, au sommet de la montagne, le filon a été longtemps exploité pour l'argent, et l'on y a pénétré jusqu'à plus de 200 mètres au-dessous des affleurements. A 50 mètres du jour, le filon se transforma en un mélange de cuivre gris et de galène; puis, les mélanges devinrent de plus en plus plombifères, et le cuivre gris se trouva remplacé par le cuivre pyriteux et la pyrite ordinaire.

En remontant la rivière de Manflas, affluent de celle de *Copiapo*, le savant ingénieur signale un ensemble de roches extrêmement variées, tant par leurs caractères minéralogiques que par les contournements qu'elles ont éprouvés. On y reconnaît des couches calcaires associées et confondues avec des roches schistoïdes, des porphyres et des amygdaloïdes. Les calcaires en général cristallins contiennent de l'épidote, du grenat et du gypse. Les amygdaloïdes sont à noyaux de stilbite, d'analcime et de carbonate de chaux.

En face de ce massif rocheux, s'élève la montagne de *Cuesta de* Manflas. Sa base est granitique, et les premières assises régulières sont les porphyres, auxquels succèdent des calcaires disloqués non concordant avec ceux-ci. Le calcaire sans fossiles est compacte, argileux, gris foncé, à cassure unie, traversé par des veines spathiques, et placé à 100 mètres au-dessus du fond de la vallée. A 150 mètres plus haut, vient une série de couches marneuses, dont les unes, solides, plus ou moins siliceuses, sont presque entièrement composées de fossiles (Térébratules, Peignes, Gryphées), et les autres tendres, sableuses, se délitent, se désagrègent et laissent les fossiles isolés. Ces couches très régulières, concordantes, alternent entre elles un grand nombre de fois. Les parties solides constituent des escarpements presque verticaux, les assises tendres des pentes adoucies, couvertes de sable et de coquilles fossiles. Cette série se continue jusqu'au sommet de la montagne, qui est un plateau inégal, peu étendu, élevé de 2000 mètres au-dessus de la mer. Depuis le fond de

la vallée, la montagne a 563 mètres, dont la moitié supérieure est composée de roches fossilifères, et l'inférieure de porphyres et de calcaires noirs dolomitiques, sans débris organiques.

L'aspect sec de la Cuesta de Manflas, sa teinte blanc jaunâtre, sa stratification régulière offrant des bandes ordinairement plus minces, moins contournées et mieux alignées que les couches de porphyres, sont les caractères auxquels on peut reconnaître les roches fossilifères des Andes, même à une grande distance et jusqu'aux sommets de très hautes montagnes.

Sur la pente de la montagne précédente opposée au rio Pulido, le système de couches à fossiles ne se montre plus; mais il se prolonge au N.-O., où on le retrouve dans la vallée du rio Jorquera. Sa largeur est de 1 lieue à 1 lieue 1/2 au plus, et il marque la place d'une ancienne plage de la mer secondaire.

Coupe des Andes à la latitude de Copiapo.

(P. 404.) En remontant le rio del Potro, M. Domeyko observa plusieurs fois les roches granitiques perçant, vers le fond des vallées, puis les porphyres et les brèches stratifiées qui se montrent seules, dès qu'on s'élève et qu'on change de direction. « On ne voit alors, dit-il, » de tous les côtés que des montagnes de roches stratifiées, des cou- » ches immenses de brèches porphyriques grises et de diverses cou- » leurs, à gros fragments porphyriques, empâtés dans une masse de » porphyre bigarré, des porphyres amygdaloïdes associés aux pré- » cédents, des porphyres zéolithiques, et d'autres qui sont bréchoï- » des, ou renferment des noyaux de calcédoine; en un mot, tout » un ensemble de roches dont l'aspect prouve l'identité avec celui » qui prédomine généralement dans les Andes, depuis Copiapo » jusqu'à Rancagua, sur une ligne de 250 à 280 lieues de long, et » dont la formation a précédé le soulèvement de la chaîne. »

Parmi les plus remarquables de ces roches, est un porphyre gris, à gros cristaux noirs, luisants (ouralite), qui caractérise ce système à toutes les latitudes, dans les Andes du Chili. Quoique peu étendu, on l'observe principalement dans le voisinage des roches soulevantes. Dans la quebrada de Cacito et à Las Pircas, la syénite et les granites roses percent encore les roches stratifiées.

(P. 411.) Les divers chaînons de celles-ci, qu'on traverse avant d'atteindre les granites de la crête et des parties les plus élevées des Andes, portent les traces des plus grandes révolutions et des secousses les plus violentes, comme si réellement, dit l'auteur, la force qui fit sortir du sein de la terre ces énormes masses granitiques eût concentré toute l'énergie de son activité sur la ligne de

faîte de ces montagnes. Les roches dominantes sont alors des brèches et des porphyres bréchoïdes, dont la surface est tantôt noire, tantôt rouge ou gris cendré, et dont les bancs sont presque toujours rubanés des teintes les plus variées. Ils sont fortement redressés et, à quelques exceptions près, plongent toujours à l'O. Ces roches, quant à leurs caractères, présentent une telle variété qu'il semble que la nature se soit plu à réunir, dans ce dernier terme de la série, une collection de toutes celles qui composent le terrain secondaire du versant occidental des Andes. Il n'y manque que les calcaires de Manflas.

On n'atteint le granite qu'à une demi-lieue de la ligne de partage des eaux. Le sommet de cette partie de la chaîne est composé d'une masse arrondie entièrement dépourvue de végétation, couverte de détritus feldspathiques et quartzeux, formant des pentes douces, sillonnées par des ravins peu profonds et évasés. La neige n'y persiste pas, et au 13 mars M. Domeyko n'en aperçut que sur les pentes méridionales de quelques cônes plus élevés et dans des ravins profonds. Au Portezuello de Come Caballo, l'altitude est de 4426 mètres. Quelques sommités environnantes en ont à peine 120 à 130 de plus, de sorte que la ligne des faîtes de la partie la plus haute des Andes, à la latitude de Copiapo, ne dépasse pas 4600 mètres au-dessus de la mer.

Si, de ce point, le regard plonge des deux côtés de la chaîne, on remarque un contraste frappant dans la configuration, les couleurs et les formes des montagnes qui composent le versant occidental comparées avec celles du versant oriental, qui appartiennent aux provinces Argentines. A l'ouest, les roches soulevées sont complétement bouleversées; des failles énormes, des déchirements, des escarpements à pic, la stratification brisée, contournée de mille manières, font qu'il n'y a pas deux montagnes qui se ressemblent, qui aient les mêmes contours ni les mêmes teintes. Ce chaos, qu'on observe au voisinage des dernières masses granitiques, offre en grand l'aspect de glaçons récemment fracturés et charriés par un torrent. A l'est, au contraire, la vue embrasse un paysage tout différent: ce sont des pentes adoucies, des bancs de roches presque horizontaux, rarement discontinus, et dont les arêtes forment des lignes parallèles à l'horizon. Des teintes peu variées s'étendent sur la plus grande partie du tableau, et à peine quelques pointes coniques, isolées, éloignées de la ligne des faîtes, viennent-elles interrompre la monotonie du relief.

« Tout annonce que le principal mouvement, qui survint lors de

» la formation des Andes, arriva de l'ouest, c'est-à-dire du côté où
» une ligne d'escarpements, qui marquent le rivage de l'océan,
» depuis le cap Horn jusqu'aux montagnes Rocheuses, continue à se
» soulever d'une manière lente et à peine perceptible, aux mugisse-
» ments des bruits souterrains et sous l'influence des tremblements
» de terre répétés. Cela explique pourquoi le même granite qui sort
» ici au jour, au sommet de ces montagnes gigantesques, perce
» tant de fois le terrain secondaire qui avait préexisté à leur soulè-
» vement, et forme en même temps l'arête occidentale des escarpe-
» ments de la côte de l'océan Pacifique, c'est-à-dire la partie la plus
» basse de ce système. Cela pourrait aussi expliquer l'existence de
» ces nombreuses roches d'injection qui sortirent en déchirant laté-
» ralement les strates sur cette pente occidentale, et surtout cette
» abondance de filons métallifères qui affleurent le long de cette
» même pente, tandis qu'ils sont si rares et si pauvres de l'autre
» côté des Andes. »

(P. 421.) Lorsqu'il redescendit de la crête par la vallée du rio Jorquera, dans celle du Cachito, M. Domeyko retrouva les mêmes roches et les mêmes dispositions que précédemment. A 4 lieues de la ferme de Jorquera, dans le ravin ou *quebrada* del Carricito, se montrent les couches fossilifères déjà observées à la montagne de Manflas. Elles sont parfaitement régulières, d'épaisseur inégale, et plongent de 30° à 40° au N.-O. Ce sont des calcaires marneux ou sablonneux et argileux, dans lesquels abondent particulièrement de grands Peignes. Ils sont subordonnés aux porphyres et aux brèches porphyriques stratifiées qu'on voit au-dessus et au-dessous, et dont ils partagent l'inclinaison. A deux lieues de las Juntas se voient encore des couches fossilifères semblables aux précédentes, et plongeant à l'O. comme tout le terrain depuis le sommet de la cordillère. Des strates porphyriques et des brèches y sont intercalés. De même qu'à Manflas, ces calcaires marneux et argileux renferment des Gryphées, des Peignes, des Térébratules, des Ammonites, etc. Ils n'affleurent d'ailleurs que sur une longueur de 300 à 500 mètres, et sur une largeur de 200, pour disparaître ensuite sous les roches compactes, rouges, sans fossiles, les porphyres et les détritus descendus des montagnes plus élevées.

(P. 428.) Si de la vallée de Copiapo on se dirige au S. par Chañarcillo, on trouve principalement, près de la punta del Diablo, de puissantes assises de roches porphyroïdes, traversées par des filons quartzifères, puis des roches compactes, noirâtres, effervescentes,

renfermant 15 à 20 pour 100 de carbonate de chaux, ou bien plus ou moins siliceuses, noires, grisâtres, à cassure conchoïde, très homogènes et parfaitement compactes. On observe en outre une couche pétrie de coquilles bivalves (Gryphées) et une innombrable série de schistes calcaires ou siliceux, noirs, rudes au toucher, compactes, semblables à la lydienne, en lits minces, alternant avec des roches plus calcarifères et moins dures. Tout cet ensemble plonge de 45° à 50° au S.-E., et occupe une surface de 5 à 6 lieues depuis la punta del Diablo jusqu'à Ingenio.

La montagne de Chañarcillo, qui s'élève à 1226 mètres au-dessus de la mer, se compose de roches calcaires, compactes ou terreuses, plus ou moins argileuses, quelques unes dolomitiques, toutes en couches parfaitement régulières, concordantes, presque horizontales ou légèrement inclinées à l'O. Leur teinte grise, plus ou moins bleuâtre, est due au silicate de protoxyde de fer qu'elles renferment. M. Domeyko n'a point trouvé de fossiles dans toute la partie qui contient les filons métallifères, quoiqu'il y en ait à l'est près de Molle, et au nord-ouest, aux environs d'Ingenio. Du sommet du plateau aux travaux les plus profonds de la mine, on compte environ 300 mètres de distance verticale, et l'on peut distinguer dans cette hauteur trois parties ou étages. La portion la plus élevée, de 25 à 30 mètres d'épaisseur, présente des fentes et des dislocations innombrables, des vides ou cavités remplies de morceaux de la roche environnante, le tout indiquant qu'il y a eu des secousses réitérées sur place et indépendantes du mouvement général qu'a subi tout le système. Des minerais d'argent chloro-bromuré ont été trouvés en masses considérables dans ces cavités. Dans la partie moyenne, les filons deviennent pauvres ou tout à fait stériles, la stratification est plus régulière, et à 130 mètres au-dessous de la surface du plateau commencent les couches appelées *mantos pindatores* ou couches qui font enrichir les filons. La roche est alors un calcaire qui ressemble beaucoup au muschelkalk de l'ouest de l'Europe. C'est le gisement du minerai le plus riche, celui de l'argent chloro-bromuré. Enfin, à 240 mètres du sommet les roches plus dures, plus argileuses, plus compactes, sont de nouveau stériles.

Les filons de Descubridora, de la Colorada et un filon nommé *manto* sont ensuite décrits par M. Domeyko, qui, jusqu'à Vallenar, n'a rien observé de particulier. Mais en remontant la vallée du Huasco, il a rencontré, à trois lieues de la ville, et comme à l'est de Copiapo, des masses dioritiques à la base des escarpements, puis

des roches stratifiées concordantes, tantôt porphyroïdes, tantôt argileuses, compactes, plongeant à l'E. Il y a ici moins de régularité que dans la vallée de Copiapo; les porphyres y prédominent et sont traversés par des veines et des filons de quartz compacte. Les mines d'argent de Carriso se trouvent à la partie inférieure des roches stratifiées, et sont remarquables par la variété des minerais qu'on y trouve. Les calcaires y manquent presque tout à fait; les diorites affleurent au pied de la montagne, et l'on y exploite un filon très riche en or natif.

(P. 472.) La montagne isolée d'Agua Marga, qui atteint 1450 mètres d'altitude, est composée de couches régulières, parallèles, inclinant légèrement à l'O. sous des diorites. On y remarque des calcaires de diverses sortes recouverts par des porphyres. Elle ne paraît pas avoir éprouvé de dislocations notables et semble avoir été soulevée en masse par une force venant de l'O. De nombreux filons métallifères, courant pour la plupart N., S. et E.-N.-E., correspondent ainsi à la direction des principaux filons de Chañarcillo. Plus de 200 de ces filons autrefois exploités sont aujourd'hui abandonnés. Les parties riches s'étendent aussi parallèlement aux divisions des couches et correspondent à certains niveaux déterminés. On ne remarque point de corps organisés dans la partie de la montagne que traversent les filons, mais on en cite à son extrémité sud-est, sur le chemin de Tunas, où un calcaire renferme de petites Gryphées voisines de la *G. virgula*. Les nombreux fossiles que l'on trouve à trois lieues plus à l'E., près de la mine de las Cañas, sont les mêmes que ceux de la Cuesta de Manflas.

Coupes diverses à la latitude de Coquimbo.

(P. 489.) Le fond du bassin où est située la ville de Coquimbo est occupé par des granites, des syénites, des diorites, des eurites et des porphyres entremêlés sans ordre. Dans une même montagne, on voit toutes les variétés occuper indistinctement le sommet, les flancs ou la base, et passer insensiblement les unes aux autres; de sorte que si l'on voulait définir cet ensemble de roches, minéralogiquement et par rapport à sa composition chimique, il faudrait dire avec l'auteur qu'il y a 8 éléments (silice, alumine, potasse, soude, chaux, magnésie, protoxyde de fer et de manganèse), qui, se combinant en diverses proportions, forment 5 principales espèces minérales (orthose, albite, amphibole, mica, quartz) et 2 moins importantes (épidote, tourmaline). Du groupement de ces espèces et de leur mélange plus ou moins intime résultent les variétés de roches des environs de Coquimbo. De plus, elles sont

très aurifères, l'or se trouvant non seulement dans une infinité de veines et de filons, mais encore disséminé dans les roches elles-mêmes. Les gemmes, l'étain, le wolfram, ni aucune des substances qui caractérisent les granites anciens, n'ont été rencontrés jusqu'à présent dans ces roches granitiques des côtes du Chili et du Pérou. Le fer et le cuivre sont les seuls métaux qui s'y trouvent associés à l'or.

Dans une coupe faite à l'est de Coquimbo, vers le sommet des Andes, et dans le district dont nous avons parlé d'après M. Darwin, M. Domeyko a trouvé, à 7 lieues de la ville, comme sous le parallèle de Copiapo, à deux degrés et demi plus au N., la ligne de contact des roches stratifiées avec les roches cristallines. Les premières roches secondaires que l'on aperçoit sont ces porphyres bigarrés si souvent mentionnés dans la même position. Ils sont compactes ou terreux, bigarrés de brun, de gris verdâtre, etc., avec de très petits cristaux irréguliers de feldspath. Le plongement général est à l'E., et ils alternent avec des brèches porphyriques. A deux ou trois lieues à l'est de cette ligne de contact sont les mines d'amalgames natifs d'Arqueros et celles de minerais iodurés de même métal au Cerro de los Algodones. L'auteur, qui avait précédemment décrit les premières (1) en mentionnant, dans des couches alternant avec des porphyres, des corps rapportés à des Hippurites, s'occupe ici des secondes dont les roches sont du même âge que celles d'Arqueros et non moins variées.

Dans la vallée d'Elqui se montrent les diorites qui percent à travers les porphyres bigarrés comme partout à l'ouest, et occupent un espace de 4 à 5 lieues de long. Plus loin, la vallée se rétrécit de nouveau (2), et à la jonction du rio Claro et du rio Turbio on trouve, au milieu des porphyres bigarrés, des couches fossilifères semblables à celles de Manflas, de Chañarcillo et d'Agua Amarga. Elles se trouvent ici à 880 ou 900 mètres d'altitude, constituant une partie du Cerro de las Tres Cruces. Ce sont des grès rouges et blancs, alternant avec des calcaires argileux ou sablonneux remplis de Peignes, de Térébratules, de Spirifers, de Nautiles, d'Ammonites, etc., analogues aux espèces trouvées à Manflas, et qui se représentent encore à Doña Ana. L'ensemble de ces couches ne dépasse pas 40 mètres d'épaisseur; elles sont fortement redressées et

(1) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XX, p. 26 et 255.
(2) *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XVIII, p. 59.

plongent de 40° à 45° à l'O., en s'appuyant contre les montagnes granitiques du côté des cordillères et recouvertes par des roches arénacées, compactes, rouges. Celles-ci passent vers le haut à des porphyres stratifiés, identiques avec ceux qui constituent les montagnes de los Algodones, d'Arqueros, etc.

(P. 510.) « Les couches fossilifères viennent affleurer sur la pente » sud-ouest de la montagne, près du fond de la vallée, se montrent » sur une longueur de 200 à 300 mètres en remontant la côte, et » changent de nature à mesure qu'elles s'approchent du sommet » de la montagne. Là elles subissent une métamorphose complète » dans leurs caractères minéralogiques et géologiques. Les fossiles » disparaissent entièrement; au lieu de calcaires argileux on voit » des roches compactes, homogènes, quelquefois schistoïdes, de » nature inconnue; au lieu de grès et de cailloux quartzeux, sembla- » bles au grès des Vosges, on ne rencontre plus que des porphyres » rouges contenant du quartz vitreux et se fendillant en tous sens. »

La vallée du rio Turbio, qui remonte ici au N., est ouverte dans les masses granitiques qui se sont fait jour une seconde fois à travers les roches stratifiées secondaires. De belles variétés de granite avec feldspath orthose, rose ou blanc, se voient à deux lieues et demie de Ribadavia. La roche est divisée en prismes verticaux de plus de 100 mètres de hauteur. A l'entrée de la vallée, les restes d'un dépôt récent, de plus de 200 mètres d'épaisseur, dont la surface est horizontale, accusent le niveau des eaux avant la destruction d'une sorte de digue de roches porphyriques dures qui resserre la vallée en cet endroit. Cette dernière suit la ligne de contact des roches granitiques et stratifiées. On observe, surtout à une lieue de Chapilca, des masses granitiques de formes et de teintes variées, coupées à pic et traversées par des filons noirs qui contrastent fortement avec les roches recouvrant le granite. Celles-ci sont en couches presque horizontales, de teintes sombres et uniformes. Près du contact des deux terrains sont les mines d'argent de Chapilca. Les minerais diffèrent d'ailleurs entièrement, quant à leur composition, de tous les autres minerais d'argent du Chili, et la présence de ce métal dans le granite est également une circonstance tout à fait exceptionnelle pour le pays.

Chaîne de Dona Ana.

(P. 515.) Si l'on se dirige de ce point vers la crête de la cordillère, on suit encore le granite par Guanta, et, après les dernières habitations élevées de 1943 mètres au-dessus de la mer, on atteint, à deux lieues au delà de la cascade de Malpaso, de belles syénites qui

plongent sous les porphyres bigarrés pour ne plus reparaître que de l'autre côté de la chaîne de Doña Ana. Ce dernier massif, qui s'élève à près de 5000 mètres d'altitude, est composé de porphyres et de brèches porphyriques stratifiées, dont les premières à l'ouest s'appuient sur les syénites de Valala.

M. Domeyko a donné une coupe fort intéressante de 12 à 15 lieues de long, dirigée E., O., et passant par les cordillères de Doña Ana et de las Vacas Heladas. L'espace qui sépare ces deux chaînes est occupé par un plateau ondulé, de 3300 à 3400 mètres d'altitude, dominé par une série de collines placées entre les chaînes précédentes. Elles sont blanches, jaunâtres et rougeâtres, formées de *tofos* ou kaolin. Les couches fossilifères sont tellement faibles, comparées à l'immensité de l'espace qu'occupent les roches porphyriques du système dont elles font partie, qu'elles ne mériteraient guère l'attention du géologue, si, par leurs caractères et surtout par leurs pétrifications, elles ne servaient à déterminer l'âge du massif entier des Andes.

Elles ont à peine 80 mètres d'épaisseur au milieu des roches porphyriques qui constituent cette grande formation, et elles affleurent sur la partie méridionale de la montagne, courant à peu près N.-N.-E., S.-S.-O. et plongeant au S.-E. Le parallélisme des bancs et leurs teintes blanches ou jaunâtres les font reconnaître de loin. Ils contrastent ainsi avec les strates de porphyres rouges, noirs, verts et d'autres nuances très variées, entre lesquels ils sont compris. A partir du pied de la montagne, les dépôts fossilifères s'élèvent jusqu'à environ 200 mètres, puis plongent sous les porphyres et les conglomérats, à une altitude de plus de 4000 mètres. Au Portezuelo de Doña Ana, les brèches porphyriques micacées sont à 4526 mètres, et le sommet de la montagne, composé aussi de brèches porphyriques, est à 300 ou 400 mètres plus haut.

Sur le versant méridional (pl. 5, fig. 10 et 11), au-dessus des porphyres verts, s'étendent des strates de grès et de porphyres rouges; puis viennent un calcaire argileux fossilifère, ayant 3879 mètres d'altitude à las Vegas, des marnes jaunâtres sableuses, la couche principale de calcaire à fossiles, des porphyres et des brèches porphyriques rouges, etc.

La coupe de la montagne de Doña Ana (pl. 5, fig. 10), dont le sommet atteint 4800 à 4900 mètres, ou la hauteur du Mont-Blanc, présente, sur une épaisseur d'environ 1000 mètres: 1° des brèches porphyriques à la partie supérieure; 2° des porphyres micacés et

quartzifères au Portezuelo de Doña Ana (4526 mètres); 3° des porphyres bigarrés alternant avec des roches compactes homogènes de 400 mètres de puissance; 4° des brèches et des grès rouges; 5° une première assise fossilifère de 2 à 3 mètres; 6° des porphyres et des brèches porphyriques rouges; 7° l'assise principale des calcaires fossilifères de 30 à 40 mètres d'épaisseur; 8° des marnes sableuses; 9° une seconde couche de calcaires avec fossiles, de 2 à 3 mètres d'épaisseur; 10° des grès et des porphyres rouges; 11° le porphyre vert massif de la base de la montagne, à 3879 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les grès rouges du n° 10 passent insensiblement aux porphyres de même couleur et aux brèches porphyriques, comme on l'a vu dans la montagne de *las Tres Cruces*.

A deux lieues à l'est de Doña Ana, la vallée de l'Estero de los Banos a ses parois formées de roches stratifiées changées en *tofos* ou kaolin, et son fond creusé dans le granite. Au milieu de ce dernier, et près des roches modifiées sourdent les eaux thermales et minérales dont la température varie de 26° à 60° cent. Elles sortent sur un espace qui n'a pas plus de 12 à 15 mètres d'étendue, et leur température diffère de 30° à une distance de 0m,60 à 1 mètre seulement. Ces eaux, situées à 3258 mètres d'altitude, déposent une grande quantité de sels déliquescents.

Si de ce point on remonte le lit du rio Turbio, on continue à marcher sur le granite dont les teintes sont généralement plus vives que dans ceux de la côte. On y trouve deux espèces de feldspath : l'un rose pâle, à trois clivages faciles, l'autre d'un blanc laiteux. Le quartz est toujours vitreux, le mica noir ou verdâtre, et l'amphibole verte. Le feldspath à base de soude et de potasse est le même que celui qui entre dans la composition de toutes les roches des Andes. Le granite et la syénite du Carrisal est à 2429 mètres d'altitude, et disparaît des deux côtés de la vallée sous les *tofos* que surmontent les porphyres stratifiés.

Cordillère de las Vacas Heladas.

(P. 530.) A une lieue et demie du Carrisal, la syénite rose est remplacée par une roche d'un vert sombre, affectant quelquefois une disposition en prismes verticaux, et ailleurs fissurée en tous sens. Elle est principalement composée de larges cristaux hémitropes de labrador et d'un autre silicate noir qui paraît être de l'hypersthène, puis de quelques parties d'orthose lamellaire, mais sans quartz. Elle occupe un espace d'un quart de lieue de l'E. à l'O., et est recouverte par des roches stratifiées.

Plus à l'E., les dernières masses granitiques de ce côté des Andes

ressemblent beaucoup au granite de la ligne de faîte de la cordillère de Copiapo. Celui-ci est à gros grain et contient deux espèces de feldspath, l'un rose, l'autre blanc. Le granite se divise souvent en prismes rhomboïdaux de 100 à 110°, et les plans de divisions sont presque toujours verticaux. Il n'arrive pas à la ligne de faîte comme à la latitude de Copiapo, mais disparaît sous le kaolin qui, à son tour, est recouvert de roches stratifiées formant les sommets les plus élevés de cette partie des Andes.

Le passage de la ligne de faîte, sur le chemin de San-Juan, est à 4767 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire d'environ 100 mètres plus haut que le passage des Andes de Copiapo et du Portillo. Le 14 février 1844, M. Domeyko vit toute cette crête dégagée de neiges, et il n'y en avait même pas sur des points culminants plus élevés de 300 à 400 mètres. Il en remarqua seulement le long des pentes tournées au S. et dans des ravins. Ces faîtes sont entièrement composés de porphyres et de brèches porphyriques rouges, avec ou sans quartz, avec ou sans mica. Les brèches, qui sont à très petits fragments, comme dans le voisinage de la ligne de faîte des Andes de Copiapo, sont probablement aussi du même âge. On ne trouve ni filons, ni traces de minéraux métalliques dans ces roches et dans une infinité d'autres de la grande cordillère de la Laguna.

« Les masses en général, soit de la roche soulevante, soit des » roches stratifiées, présentent, dit en terminant M. Domeyko, un » état de cristallisation confuse qui annonce que les unes sont sor- » ties à l'état pâteux, et que les autres ont subi, sur place, une mé- » tamorphose, sans que leurs éléments se soient trouvés dans la » possibilité de se mouvoir librement, pour former des cristaux par- » faits. Depuis Guanto, ou peut-être depuis les mines de Chapilca, » jusqu'au sommet de la grande cordillère, je n'ai pas trouvé un » seul cristal complet de carbonate de chaux, un seul cristal de quartz » hyalin. En même temps, je dois dire qu'on n'a jamais trouvé un » seul filon métallifère dans cette partie du système des Andes. »

Observations diverses.

On a pu remarquer que, dans ce grand travail de M. Domeyko, le système arénacé et gypseux du versant occidental des Andes était beaucoup moins caractérisé, moins développé, et surtout moins bien séparé des porphyres et des conglomérats porphyriques sous-jacents, que dans celui de M. Darwin. Nous y voyons même ces dernières roches alterner avec des couches fossilifères très basses dans la série, et en recouvrir ensuite d'autres à de très grandes hauteurs.



M. Darwin isole ainsi plus nettement sa *formation crétacéo-jurassique* ou gypseuse des roches d'origine ignée ou clastique, dont elle serait en quelque sorte indépendante. C'est la différence la plus essentielle qui ressorte, pour nous, de la comparaison des recherches si précieuses que ces deux géologues ont publiées sur le Chili; recherches dirigées souvent sur les mêmes points, quoique dans des buts un peu différents, mais qui, à beaucoup d'égards, s'accordent d'une manière remarquable.

M. L. Crosnier, dans sa *Description du terrain tertiaire à lignite des environs de Concepcion, précédée de quelques observations sur la géologie du Chili* (1), a esquissé aussi les traits généraux de l'orographie et de la distribution des principales roches de ce pays; mais il a peu ajouté à ce que nous avons dit, d'après les travaux de ses prédécesseurs, et, malgré l'intérêt de son mémoire, nous devons nous borner à le mentionner ici et à y renvoyer le lecteur.

Paléontologie

On a vu (*antè*, p. 554-555) que M. Alc. d'Orbigny, ayant étudié les fossiles d'un premier envoi fait du Chili, par M. Domeyko, en avait conclu que, sans nier qu'il existât parmi eux quelques formes jurassiques, le plus grand nombre des espèces cependant devaient appartenir à la formation crétacée, et plus particulièrement à l'horizon de la craie chloritée, ou deuxième étage de la craie tuffeau. De son côté, M. Ed. Forbes avait décrit les fossiles rapportés du même pays, par M. Darwin, et avait aussi conclu à l'existence de formes jurassiques dans cette partie des Andes; mais les observations stratigraphiques n'avaient pas encore permis de séparer leurs gisements de ceux des formes crétacées, de sorte qu'un nouvel examen des débris organiques, joint à la comparaison des localités et des couches d'où ils provenaient, était nécessaire pour déterminer si, comme le pensait dans l'origine L. de Buch, la formation crétacée existait seule dans l'Amérique du Sud, ou si elle y existait concurremment avec la formation jurassique, comme le soupçonnaient MM. Dufrénoy, Élie de Beaumont, Alc. d'Orbigny et Ed. Forbes, d'après les recherches de divers voyageurs, ou enfin s'il y avait réellement passage et fusion des deux formations secondaires en une seule, comme l'admettait M. Darwin, à cause du mélange, qu'il avait cru observer, d'espèces jurassiques avec d'autres regardées jusque-là comme crétacées. Les conclusions de M. Domeyko, quoique plus ré-

(1) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. XIX, p. 185; 1851.

servées, tendaient néanmoins à confirmer celles du géologue anglais. La question ainsi posée, il nous reste à dire comment elle fut résolue par une nouvelle étude des fossiles déjà connus, auxquels vinrent s'ajouter de nouveaux échantillons envoyés par M. Domeyko.

Après avoir donné un aperçu du travail géologique de ce dernier, MM. E. Bayle et H. Coquand (1) ont fait voir que, à une seule exception près (*Exogyra Couloni*), toutes les espèces qu'on avait rapportées à la formation crétacée étaient, en réalité, jurassiques ; que cette *E. Couloni*, jointe à deux espèces nouvellement signalées (*Crioceras Duvalii* et *Trigonia Delafossei*), étaient les seules qui appartinssent à la craie, et qu'au lieu d'indiquer le niveau de la craie chloritée, elles marquaient au contraire celui de l'étage néocomien inférieur, qui est également bien caractérisé dans la cordillère orientale de la Nouvelle-Grenade.

Ainsi, d'après ces deux paléontologistes dont nous aurons occasion d'examiner le travail plus complétement, le *Nautilus Domeykus*, d'Orb., trouvé à Tres Cruces, avec la *Gryphæa cymbium*, le *Pecten alatus* et le *Spirifer tumidus*, est le *N. striatus*, d'Orb., de la formation jurassique et fort éloigné, par conséquent, du *N. Largilliertianus*, dont on l'avait cru voisin. Le *Pleurotomaria Humboldti*, de Buch, qui ne serait autre que la *Turritella Andii*, d'Orb., devient la *T. Humboldti*, Bayle et Coq., associée à des espèces jurassiques. L'*Ostrea hemisphærica*, d'Orb., ou *Gryphæa Darwinii*, Ed. Forb., aurait été établie sur de mauvais échantillons de la *Gryphæa cymbium*, Lam., et se trouve, par conséquent, bien différente des *Ostrea vesicularis* et *biauriculata*, dont on l'avait rapprochée. Le *Pecten alatus*, de Buch, dont le *P. Dufrenoyi*, d'Orb., paraît n'être qu'une variété, n'est point une forme exclusive, ou propre à la craie, puisqu'il a été trouvé à Manflas, à Tres Cruces et à Jorquera, avec la *Gryphæa cymbium*, le *Spirifer tumidus* et la *Terebratula ornithocephala*. Cette dernière a été désignée sous le nom de *T. Ignaciana*, d'Orb., comme la *T. perovalis*, Sow., sous celui de *T. Inca*, Forb., et la *T. concinna*, Sow., sous celui de *T. ænigma*, d'Orb., etc. Si, à ces quelques exemples, nous ajoutons que MM. Bayle et Coquand émettent des doutes sur l'existence

(1) *Mémoire sur les fossiles secondaires recueillis dans le Chili par M. I. Domeyko, et sur les terrains auxquels ils appartiennent* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, p. 1, avec 9 pl., 1851).

de l'*Hippurites chilensis*, d'Orb., espèce rapprochée de l'*H. organisans*, puis que les trois fossiles crétacés (*Crioceras Duvalii*, *Exogyra Couloni*, *Trigonia Delafossei*) ont été trouvés ensemble dans le gisement d'Arqueros, et jamais mélangés avec d'autres, on en conclura que cette localité est, de toutes celles où nous avons cité des fossiles secondaires, au Chili, d'après MM. Darwin, Domeyko, Gay, Meyen, etc., la seule qui soit certainement crétacée. Les fossiles de l'île de Quiriquina, dans la baie de Concepcion, paraissent prouver qu'il existe d'autres gisements appartenant à la même formation, mais moins anciens que le précédent.

§ 5. Terre de Feu.

De même que l'extrémité méridionale de l'Afrique nous avait présenté des rudiments bien caractérisés de la formation crétacée, de même les terres les plus extrêmes du continent américain, vers le pôle austral, nous montrent des dépôts du même âge, derniers témoins, dans cette direction, de ceux que, à quelques interruptions près, nous avons pu suivre depuis le bassin supérieur du Missouri, sous le 48° 1/2 de lat. N., par le Mexique, la Nouvelle-Grenade et le Chili.

M. Le Guillou (1), qui faisait partie de l'expédition de Dumont d'Urville, a visité, sur les côtes du détroit de Magellan, le port Galant, le port Saint-Nicolas, le port Famine et le havre Pecket. Il a reconnu, sur ces divers points, *quatre terrains distincts*: 1° *des roches primitives*; 2° *des roches schisteuses, calcaires et arénacées*, en couches inclinées, appartenant au terrain secondaire; 3° *des dépôts horizontaux, marneux et arénacés*, avec des cailloux roulés et des lignites rapportés au terrain tertiaire (2); 4° *des dépôts d'alluvions modernes.* Les calcaires compactes, gris brunâtre, alternant avec des schistes et recouverts par de puissantes masses de poudingues, au port Famine et au port Saint-Nicolas, lui ont offert une grande Hamite et d'autres fossiles qui peuvent faire rapporter ces couches à la craie.

De son côté, M. Ch. Darwin (3), après avoir rappelé ce qu'a dit le

---

(1) *Bull.*, 1re série, vol. XII, p. 91; 1841. — *Compt. rend.*, vol. XII, p. 927; 1841.

(2) Voyez *anté*, vol. II, p. 402, et 1070, pour l'âge réel de ces dépôts.

(3) *Journal and Remarks*, etc., p. 266, in-8. Londres, 1839.

cap. King (1), dans son esquisse de la Terre de Feu, ajoute qu'elle présente une grande formation de schistes argileux, dans lesquels les fossiles sont rares, mais où l'on rencontre parfois des empreintes d'Ammonites.

La côte orientale de la Terre de Feu, dit ailleurs le même savant (2), depuis le détroit de Magellan jusqu'à la baie de Saint-Polycarpe, est formée de couches tertiaires, horizontales, bordées à l'intérieur par une bande montagneuse de schistes argileux. Ceux-ci s'étendent, du détroit de Lemaire à l'O., l'espace de 140 milles, le long des côtes du canal du Beagle, jusque près de sa bifurcation. Ces roches schisteuses occupent au sud toute l'île Navarin, la moitié orientale de l'île de Hoste et de la péninsule Hardy, pour se continuer au N.-O., sur les deux rives du Sound de l'Amirauté à la péninsule de Brunswick, dans le détroit de Magellan et sans doute jusqu'au flanc oriental de la cordillère. La côte occidentale et brisée de la Terre de Feu, vers l'océan Pacifique, est composée de schistes métamorphiques, de granites et de diverses roches trappéennes. La ligne de séparation, entre les roches cristallines et les schistes argileux, peut être distinguée, comme l'a fait remarquer M. King, par le parallélisme, dans les districts argileux, des côtes et des canaux ou détroits qui sont dirigés entre l'O. 20° à 40° N. et l'E. 20° à 40° S.

Les schistes deviennent quelquefois siliceux ou ferrugineux, et sont traversés par des veines de quartz et de calcaire spathique. Dans les hautes montagnes, ils prennent les caractères de feldspath altéré, passant à un porphyre feldspathique. Ils sont associés avec des brèches et des grauwackes. Un calcaire cristallin noir y est intercalé, à la base du Good-Success. Au port Famine, une grande partie des schistes devient calcarifère et passe, soit à une roche tendre (*mud-stone*), soit à une grauwacke. Sur la côte, à quelques milles au nord du port Famine, au sommet du mont Tarn, et à 792 mètres au-dessus de la mer, M. Darwin a recueilli l'*Ancyloceras simplex*, d'Orb., le *Hamites elatior*, G.-B. Sow., un *Fusus*, une *Natica*, la *Lucina excentrica*, G.-B. Sow., une *Venus*, une *Turbinolia* et un

(1) *Journ. of the geogr. Soc.*, 1830-31, vol. I, p. 155.
(2) *Geological observations on South-America*, p. 151, in-8. Londres, 1846. — Voyez aussi : *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 29. — Voyage du capitaine Fitzroy, vol. I, p. 375.

Pentacrinus (1). D'accord avec l'opinion exprimée par M. Ed. Forbes, il rapporte les couches qui les renferment à une période crétacée ancienne. MM. Hombron et Grange avaient aussi trouvé, dans le même pays, un *Ancyloceras*, peut-être l'*A. simplex*, une Ammonite, une Plicatule et une Modiole.

(P. 152.) Ainsi, dit M. Darwin, c'est un fait certainement très intéressant que la grande formation argileuse de la Terre de Feu soit crétacée, et que l'âge des dépôts de cette partie terminale du grand axe du sud de l'Amérique soit le même que celui de la cordillère du Chili et du Pérou. Nous ferons remarquer cependant que cette conclusion est au moins prématurée, car de ce que des fossiles, regardés comme pouvant être des formes crétacées, ont été rencontrés sur deux ou trois points, il ne s'ensuit pas nécessairement que tous les schistes argileux de la Terre de Feu doivent appartenir à la craie. Il faudrait auparavant que la liaison intime et la continuité des couches fossilifères connues, avec tout le système des schistes argileux, qui paraît être fort puissant, fussent démontrées; or, ce qu'on vient de voir dans le Chili, au N., et ce que l'on sait des îles Falkland, à l'E., nous semblent exiger quelque réserve dans les généralisations déduites d'un si petit nombre de faits observés.

Les schistes argileux de beaucoup de parties de la Terre de Feu sont brisés par des dykes et par de grandes masses de diorites souvent très chargés d'amphibole. Presque tous les petits îlots qui se trouvent dans la région des schistes sont composés de cette manière. Dans le voisinage des dykes, le schiste devient plus dur, d'une teinte plus pâle, fissile, plus feldspathique, et passe au porphyre ou au diorite. Dans la partie sud de l'île principale, vers la limite sud-ouest des schistes, on observe particulièrement ces modifications. La partie méridionale de l'île Wollaston et les îles Hermite et Horn semblent être formées de cônes de diorite. En traversant la péninsule Hardy, le schiste conserve encore des traces de son clivage ordinaire, passe à des roches feldspathiques colonnaires auxquelles succèdent des roches basaltiques et trappéennes avec du feldspath vitreux et beaucoup de pyrites de fer. Aucun volcan moderne n'a d'ailleurs été observé à la Terre de Feu, ni dans les îles qui en dépendent.

---

(1) Alc. d'Orbigny, *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III, *Géologie*, p. 242.

A l'ouest de la bifurcation du canal du Beagle, les schistes argileux passent vers le bas à du gneiss à grain fin et à des schistes luisants auxquels succèdent des micaschistes grenatifères très développés. Ce système constitue les principales montagnes du pays, qui courent O.-N.-O., E.-S.-E., et dont les points les plus élevés, le mont Sarmiento et le mont Darwin, atteignent 2072 et 2108 mètres d'altitude. Les schistes métamorphiques forment une crête bordée de part et d'autre par des schistes argileux.

M. Darwin pense que là où les schistes ont été métamorphosés à une grande profondeur, il en est résulté du gneiss, des micaschistes, et d'autres roches analogues ; lorsqu'au contraire l'action modifiante a eu lieu près de la surface, il s'est produit des porphyres feldspathiques, des diorites, etc., souvent accompagnés d'éruptions volcaniques sous-marines. Après s'être beaucoup occupé du clivage des schistes, question sur laquelle nous reviendrons ailleurs, l'auteur conclut qu'à la pointe orientale de la Terre de Feu, le clivage et la ligne des côtes courent E., O., et même O.-S.-O., E.-N.-E. A l'ouest, sur une grande étendue, le clivage, la principale chaîne de montagne et quelques chaînons, mais non la ligne des côtes, courent O.-N.-O., E.-S.-E. Dans les parties centrales et occidentales du détroit de Magellan, la stratification, les chaînes, les lignes de côtes et le clivage sont tous dirigés presque N.-O., S.-E. Au nord du détroit les contours de la côte et les montagnes de l'intérieur courent presque N., S. On voit ainsi comment, à cette pointe méridionale du continent, la cordillère passe graduellement de la direction N., S., qu'elle a suivie sur tant de milliers de milles, à une direction E., et même E.-N.-E.

M. J.-D. Dana (1), qui faisait partie de l'expédition scientifique du cap. Wilkes, décrit comme ses devanciers les caractères géologiques de la Terre de Feu. Les roches stratifiées qu'il a observées à l'entrée de la baie de Nassau, large échancrure de la côte méridionale de l'île, sont traversées par des diorites et des trachytes. Ce sont des argiles schisteuses, à grain fin, alternant avec des grès, plus ou moins argileux, et des conglomérats. Leurs teintes sont le bleu foncé, passant au vert. Les lits sont souvent très minces et les roches passent les unes aux autres. Les cailloux, et même les blocs de roches ignées qui entrent dans les conglomérats, proviennent du

(1) *United-States exploring expedition*, etc., vol. X, *Geology*, p. 602, in-4, 1849.

voisinage. Quelquefois le ciment est calcaire; mais le plus ordinairement il est argileux. Les roches stratifiées sont accidentellement horizontales; plus souvent elles plongent de 12° à 15° à l'O. Elles varient à cet égard suivant les dykes de roches ignées qui les traversent. Le seul fossile qu'ait trouvé M. Dana, dans un lit d'argile schisteuse compacte, passant à un grès argileux, est un corps voisin des Bélemnites, et qu'il décrit sous le nom d'*Helicerus fuegensis* (1). L'auteur rapporte cette assise à l'oolithe supérieure, et les fossiles, que nous avons cités ci-dessus, ont été placés par M. Alc. d'Orbigny (2) dans la liste des espèces des argiles à Plicatules, ou étage néocomien supérieur.

§ 6. Nouvelle-Zélande.

Enfin, sur un troisième point des régions australes, par 40° de lat., à la moitié de la distance qui sépare les extrémités sud de l'Afrique et de l'Amérique, la présence des dépôts crétacés paraît avoir encore été constatée dans l'île du milieu de la Nouvelle-Zélande.

D'après M. W. Mantell (3), les couches fossilifères les plus anciennes de la partie de la côte orientale de l'île, qu'il a visitée, étaient les calcaires qui, de Morokura, s'étendent au delà d'Anaa Matura, et à cinq milles de Kakaunui. La ressemblance de la roche avec les dépôts crétacés à coraux, de Faxoe et de Maestricht, la présence de Térébratules, de dents de Lamna, d'échinodermes, de corps voisins des Bélemnites, etc., ont fait penser que les couches d'Ototara pouvaient appartenir à des dépôts de la dernière période crétacée. Les foraminifères, qui constituent en quelque sorte le ciment de la roche, représenteraient des formes de la craie d'Angleterre. 9 espèces sur 13 ont été déterminées. Ces dépôts présumés crétacés recouvrent des schistes anciens, et sont surmontés d'argiles tertiaires, ou plutôt quaternaires.

---

(1) *Ibid.*, *Appendix*, t. I, p. 720, et pl. 15, fig. 1. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. V, p. 434; 1848.
(2) *Prodrome de paléontologie*, vol. II, p. 114, 118; 1850.
(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 328; 1850.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Nous réunissons ici, sous plusieurs titres, l'indication d'ouvrages et de mémoires qui, par divers motifs, n'ont pu être mentionnés dans le cours des volumes IV et V de notre travail, et dont certaines parties au moins se rattachent encore à la formation crétacée.

Géologie.

J. Ewald. — Sur la limite entre le groupe néocomien et le gault; discussion sur la valeur des argiles à Plicatules, considérées comme étage distinct; discussion des espèces fossiles communes à d'autres étages, etc. (*Zeitschrift der deutsch. geologisch. Gesellsch.*, vol. II, p. 440; 1850).

France. Taupenot. — *Études géologiques sur les terrains en général, et en particulier sur les environs de Montpellier.* (Thèse.) In-8. Dijon, 1851.

Lory. — *Essai géologique sur le groupe de montagnes de la Grande-Chartreuse.* In-8 avec coupes. Grenoble, 1852. — *Bull.*, 2e sér., vol. IX, p. 226; 1852.

— *Note sur les terrains du Dévoluy* (Hautes-Alpes) (*Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 20; 1852).

Rozet. — *Coupes géologiques des Hautes-Alpes* (*Compt. rend.*, vol. XXXIII, 1er déc. 1851).

P. Gervais de Rouville. — *Description géologique des environs de Montpellier*, in-4°, avec carte géol. Montpellier, 1853.

La description du groupe néocomien, comprise dans ce travail, exécuté avec beaucoup de soin, vient combler une lacune que nous avions regretté de laisser dans la nôtre (*anté*, vol. IV, p. 477).

A. Buvignier. — *Statistique géologique minér. minéralur. et paléontologique du département de la Meuse.* In-8. Atlas in-fol. Paris, 1852.

Hébert. — *Note sur la craie supérieure du nord de l'Europe* (*Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 178; 1852).

Suisse. Alb. Mousson. — *Geologische Skizze*, etc.: Esquisse géologique des environs de Baden (Argovie). In-4 avec cartes et coupes. Zurich, 1840.

J. Thurmann. — *Esquisses orographiques de la chaîne du Jura.* 1re partie renfermant: 1° l'esquisse topographique du Jura oriental; 2° 15 coupes transversales; 3° 12 aspects ou vues donnant une idée des formes du sol. In-4. Porrentruy, 1852.

Renevier. — *Sur la géologie des Alpes vaudoises* (*Bull. de la Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 26, 1852). L'auteur y donne une coupe détaillée de la perte du Rhône.

B. Studer. — *Geologie der Schweiz*. In-12, vol. II. Bern, Zurich, 1853.

Alb. Mousson. — *Bemerkungen ueber die naturlichen*, etc. : Observations sur les relations naturelles des eaux thermales d'Aix en Savoie. In-4 avec carte et coupes. Neuenburg, 1846. (Extrait du t. VIII des *Nouv. mém. de l'Assoc. suisse des sc. nat.*)

Savoie. A. Favre. — *Sur la présence de la craie blanche dans les Alpes de la Savoie, ou plutôt à la jonction des Alpes et du Jura* (*Bibl. univ. de Genève*, avril 1852).

Vorarlberg. A. R. Schmidt. — *Geognostische Karte*, etc. : Carte géognostique du Vorarlberg, 1 f. 1841. — Coupes et profils géognostiques des montages du Vorarlberg, 1 f., 1841.

A. Escher de la Linth. — *Geologische Bemerkungen*, etc. : Observations géologiques sur le Vorarlberg septentrional et quelques points environnants. In-8, avec coupes 1853. L'auteur cite dans ce pays : 1° le calcaire néocomien; 2° le calcaire à Caprotines (*Schratten Kalk*, Stud.); 3° le gault, et 4° le *Seewer Kalk*.

Espagne. Casiano de Prado. — *Note sur la géologie de la province de Madrid* (*Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 168, 1852).

Italie septentrionale. A. Sismonda. — Sur les dépôts néocomiens des environs de Nice et sur les soulèvements produits par des schistes cristallins et des roches éruptives, sur la côte de la Ligurie (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 352).

C. Brunner fils. — *Aperçu géologique des environs du lac de Lugano*, accompagné d'une carte et de plusieurs coupes, 1852 ? — Le calcaire *majolica* est rapporté au groupe néocomien, comme on l'a vu précédemment.

W. Schulz. — *Anweisung zur Zweckmassigsten*, etc. : Instruction sur l'emploi des dépôts d'asphalte de Subidolaz, près de Vergoraz, de Porto Mandoler et de l'île de Brazza en Dalmatie, In-4° avec 4 pl. Venise, 1844. — Asphalte dans le calcaire crétacé de l'île de Brazza, vis-à-vis de Spalato, découvert en 1840.

— Dépôt de houille et de lignite en Istrie (Albona) et en Dalmatie (Dernis près Sebenico), etc. (*Der Bergwerksfreund*, vol. II, p. 255).

Toscane. G. Meneghini. — *Nuovi fossili toscani*, etc. : Nouveaux fossiles toscans. Appendix aux considérations sur la géologie stratigraphique de la Toscane (*Ann. dell' universita Toscana*, vol. III, 1853). — L'auteur cite de nouvelles formes crétacées dans l'île de Tinetto et sur d'autres points.

Sicile. C. Gemellaro. — *Sul terreno di Carcaci e di Troina*, in-4°. Catane, 1838.

P. Calcara. — *Ricerche geognost. sulle Madonie* (*L'Empedocle*, Palerme, 1851).

— *Ricerche sulla storia natur. de' intorni di Nicosia* (ibid.).

Brunswick. A. von Strombeck. — *Ueber den Gault im subhercynischen Quader-*

gebirge : Sur le gault dans la formation du quader subhercynien (*Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch. Jahr.* 1853). — A Bodenstein, district de Lutter et Barenberg, l'auteur a observé, entre les marnes panachées (*Flammen Mergel*) et le quadersandstein inférieur, une couche d'argile qu'il rapporte au gault, et dans laquelle il signale l'*Ammonites auritus*, Sow. les *Hamites rotundus* (*maximus*), id., et *intermedius*, id., le *Belemnites minimus*, List., et le *Corystes Stockesi*, Mant. Cette observation positive et complète de M. de Strombeck semble devoir lever les doutes que nous avions exprimés d'après des données encore très vagues sur le même sujet (*anté.*, p. 210 et 222).

Bohême. ZIPPE. — *Uebersicht der geogn. Verhält. d. Gegend v. Prag* (*in Topogr. Taschenb. v. Prag, v. Krombholz*, 1837).

J. KREJCI. — Zemeznalecky Prehled Okoli Prazského (*Casopis ceského Mus.* Roc. XXI, dilu. II, Sw. 5, 1847) : Description géognostique des environs de Prague, avec carte.

T.-E. GUMPRECHT. — *Beiträge zur geognost. Kenntn. einig. Theile Sachsens und Böhmens.* Berlin, 1835.

Algérie. DUBOCQ. — *Mémoire sur la constitution géologique des Zibân et de l'Ouad R'ir, au point de vue des eaux artésiennes de cette portion du Sahara.* In-8°, Paris, 1853.

Ce travail, qui peut être regardé comme un complément de la *Richesse minérale de l'Algérie*, par M. Fournel, comprend la région située à l'est et au sud-est de Biskra ; il est accompagné d'une carte de ce pays, de coupes géologiques et d'un plan de la ville de Tuggurt. L'auteur, sans discuter les observations de M. Fournel, déduit des siennes et de celles de MM. Massip et Vital, que l'altitude de Biskra est de 111 mètres (p. 13 et 71). Les jardins de Tuggurt sont à 46 mètres seulement au-dessus de la mer, et un marais salé, sur la route de Témaçin, à 44 (p. 73). (P. 41.)—Dans le grand Chott Melr'ir, situé entre ces villes et Biskra, et où se réunissent toutes les eaux des Zibân et de l'Ouad-Djedi, il y a des dunes et des mamelons de roches gypseuses qui sont à 65, 76 et même 85 mètres *au-dessous* du niveau actuel de la Méditerranée.

Paléontologie.

Générale. H.-G. BRONN. — *Lethæa geognostica*, etc. In-8°, atlas in-4° de 42 pl. Stuttgardt, 1835-1838. — *Id.*, 2e éd., 1851.

H.-E. GŒPPERT, H. VON MEYER et H.-G. BRONN. — *Index palæontologicus. — Erste Abtheilung.* A. *Nomenclator palæontologicus*, in 8°, vol. I, Stuttgardt, 1848. B. *Enumerator palæontologicus*, vol. II, 1849.

QUENSTEDT. — *Handbuch der Petrefactenkunde.* In-8°. Tubingen, 1851.

KEFERSTEIN. — *Naturgesch. der Erdkorpers*, vol. II, 1834.

J. Pictet. — *Traité élémentaire de paléontologie, ou histoire naturelle des animaux fossiles.* 4 vol. in-8°. Paris, 1844. — 2ᵉ éd., avec atlas in-4°, 1852.

E. Bayle. — *Explication des planches de fossiles qui accompagnent le cours de géologie professé à l'école des ponts et chaussées.* In-4° avec 12 pl. Paris, 1847. (Ce travail, comme l'indique son titre, n'est point dans le commerce.)

A. Gras. — *Catalogue des corps organisés fossiles qui se rencontrent dans le département de l'Isère.* In-8. Grenoble, 1852.

Particulière. — Oiseaux.

P. Gervais. — *Remarques sur les oiseaux fossiles.* (Thèse de géologie.) In-8°, 1844.

Il faut supprimer l'indication (p. 12) de l'oiseau des schistes de Glaris, ces roches appartenant au terrain tertiaire (*anté*, vol. III, p. 92).

Reptiles.

R. Gibbes. — *A memoir on Mosasaurus*, etc. : Mémoire sur le *Mosasaurus* et sur trois nouveaux genres voisins (*Holcodus*, *Conosaurus*, *Amphorosteus*), (*Smithson. contrib. to knowledge*, vol. II, 1851).

Poissons.

L. Agassiz. — *A new classification of fishes*, etc. : Sur une nouvelle classification des poissons et sur la distribution géologique des espèces fossiles (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 99, 1834.)

— *Notice sur la succession des poissons fossiles dans la série des formations géologiques* (extr. de la 18ᵉ livraison des *Recherches sur les poissons fossiles*.), 1843. — A part, avec le *Tableau général des poissons fossiles*. In-4°. Neuchâtel, 1844.

D'Hombres Firmas. — *Notice sur des dents fossiles de poissons* (*Recueil de mém. et d'observations*, in-8°, p. 210. Nîmes, 1838).

Ces dents proviennent de la craie inférieure des environs d'Alais (*anté*, vol. IV, p. 479).

Crustacés.

P. de Grey Egerton. — *Lophiostomus Dixoni*, Egert. Sauroïde de la craie du Sussex (*Mem. geol. Survey*, décade VI, 1852).

H. von Meyer. — *Observations sur les crustacés fossiles du musée de Strasbourg* (*Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, séance du 3 mars 1835 ; — *L'Institut*, 30 déc. 1835).

Milne Edwards. — Observations sur quelques crustacés fossiles (*Soc. Philomatique de Paris*, extrait des procès-verbaux des séances, 1837, p. 115) ; — *L'Institut*, juillet 1837).

Insectes.

O. Heer. — Histoire des insectes (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 17; — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 68, des *Notices*.). — Voyez aussi *anté*, vol. IV, p. 138.

Mollusques.

Alc. d'Orbigny. — *Considérations paléontologiques et géographiques sur la distribution des céphalopodes acétabulifères* (*Bull.*, 1ʳᵉ sér., vol. XII, p. 352, 1844).

— Mémoire sur les Bélemnites (*Ann. des sc. nat.*, vol. XVIII, p. 158).

L. de Buch. — Sur les *Aptychus* (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 244; — *Monatsber. d. Akad.*, etc. *zu Berlin*, 1849, p. 365; — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 32, des *Notices*, 1851).

Ewald. — *Aptychus* trouvé dans le *Scaphites nodosus* de la craie de Haldem (*Soc. des amis de l'hist. nat. de Berlin.* fév. 1849.) — Voyez aussi : Quenstedt, *Petrefact. der Deutschl.*, vol. I, p. 306, et pl. 22, fig. *a.*, et H. von Meyer, *Verhandl. d. Leop. Akad.*, vol. XV, p. 58.

F.-V. Raspail. — *Histoire naturelle des Ammonites, suivie de la description des espèces fossiles des Basses-Alpes, de Vaucluse et des Cévennes.* In-8°, 4 pl. Paris, 1852.

Astier. — *Catalogue descriptif des Ancyloceras*, 1851.

A.-B. Geinitz.— Le genre *Helicoceras*, d'Orb., n'est qu'une variété de Turrilite ou de Hamite (*Neu. Jahrb.*, 1843, p. 599).

Alc. d'Orbigny. — *Considérations sur l'ensemble des mollusques gastéropodes des terrains crétacés* (*Ann. des sc. natur.*, vol. XX, p. 26, 1843).

T. Davidson. — *A monograph of British cretaceous brachiopoda.* In-4° avec 5 pl. Londres, 1852. (Publié par la *Paleontographical Society.*)

L. de Buch. — Les rudistes classés parmi les polypiers (*Neu. Jahrb.* 1840, p. 574).

Goldfuss.— Observations sur la structure des rudistes (*Neu. Jahrb.* 1840, p. 59).—L'auteur les range parmi les brachiopodes.

Alc. d'Orbigny. — *Considérations géologiques sur les rudistes* (*Bull.* 1re sér., vol. XIII, p. 148; — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 177, 1842; — *Compt. rend.*, 17 janv. 1842. — *Ann. des sc. naturelles*, 1842).

L'auteur classe aussi ces corps parmi les brachiopodes, et, en les considérant géologiquement, s'attache à démontrer que les espèces, toutes crétacées, sont distribuées, dans l'épaisseur de la formation, suivant cinq zones ou niveaux différents, caractérisés chacun par des espèces particulières.

L. Saemann.— *Observations sur quelques coquilles de la famille des rudistes* (*Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 280, 1849).

Deshayes.—Observations sur les Sphérulites et les Hippurites (*Ibid.*, p. 28).

Ce sont, pour l'auteur, des mollusques dimyaires, opinion qu'il avait émise d'ailleurs depuis longtemps. (*Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 518, 1844.— *Ann. des sc. nat.*, 1825. — *Dictionn. classique d'hist. natur.* — *Encyclopédie méthodique*, etc.)

C. Gemellaro. — *Di un nuovo genere*, etc. : Examen d'un nouveau genre de polypier fossile (*Atti dell'Accad. Gioenia di Catania*, 2e série, vol. III, 1847). 4 pl., dont 3 d'Hippurites.

— *Sopra una varietà*, etc. : Sur une variété de l'*Hippurites Fortisii*, Cat. (*Ibid.*, vol. IV, 1849.)

L. de Buch. — *Note sur les Huîtres, les Gryphées et les Exogyres* (*Ann. des sc. nat.*, 2e sér., vol. III, p. 296).

Alex. Leymerie. — *Sur les caractères distinctifs des Huîtres, des Gryphées et des Exogyres, et de la distribution de ces ostracées dans les différents terrains* (Thèse). In-8°. Paris, 1840.

J. Pictet et W. Roux. — *Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève*, 4e livr. In-4. Genève, Paris, 1853.

L. Agassiz. — *Études critiques sur les mollusques fossiles. — Mémoire sur les Trigonies*. In-4° avec 11 pl. Neuchâtel, 1840.

C.-Ferd. Roemer. — *De Astartarum genere et speciebus quæ e Saxis jurassiceis atque cretaceis proveniunt*. In-8°. Berlin, 1842.

— Sur les Astartés, le genre *Opis*, etc. (*Neu. Jahrb.* 1843, pl. 16).

L. Agassiz. — *Études critiques sur les mollusques fossiles. — Mémoire sur les Pholadomyes*. In-4° avec 46 pl. Neuchâtel, 1842.

C. Mantell. — Notice sur les débris fossilisés des parties molles des mollusques (*Molluskite*) (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 35).

Échinodermes.

Ch. des Moulins. — *Études sur les échinides* (*Actes de la Soc. Linn. de Bordeaux*, vol. VII et IX).

Gray. — Genre *Salenia* (*Proceed. of the zool. Soc.*, 1835, p. 58).

Ed. Charlesworth. — *On the siliceous castes*, etc. Sur les moules siliceux des échinodermes de la craie (*Magaz. of nat. hist.*, vol. IV, p. 38, janvier 1840).

L. Agassiz et E. Desor. — *Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des échinodermes* (*Ann. des sc. nat.*, 3e sér., vol. VI, VII et VIII, 1847).

— *Monographies d'échinodermes*, in-4. Neuchâtel, 1838-1842.

Edw. Forbes. — *Ananchytes* et *Cardiaster* de la craie d'Angleterre (*Mem. of the geol. Survey*, décad. IV, 1852).

Bryozoaires et polypiers.

Milne Edwards. — *Mémoire sur les polypes du genre* Tubulipora (*Ann. des sc. nat.*, vol. VIII, p. 321).

— *Mémoire sur les* Crisies, *les* Hornera, *et plusieurs autres polypiers vivants et fossiles dont l'organisation est analogue à celle des Tubulipores* (*Ibid.*, vol. IX, p. 193).

— *Observations sur les polypiers fossiles du genre* Escharb (*Compt. rend.*, vol. III, p. 612; — *Ann. des sc. natur.*, vol. VI, p. 321).

Milne Edwards et Jules Haime. — *Monographie des polypiers fossiles des terrains paléozoïques, précédée d'un tableau général de la classification des polypes*. Ce dernier, intitulé (p. 5) *Distribution méthodique de la classe des polypes*, comprend, outre les indications de toutes les espèces de cette classe avec leur synonymie, celles de l'étage géolo-

gique et des localités où elles ont été signalées. (Extr. du t. V des *Arch. du Muséum d'hist. natur.*, 1852.)

C. KUTORGA. — Description de quelques nouvelles espèces fossiles de la plaine de Salghire, près Simphéropole. In-8, avec 1 pl. de Nummulites. St.-Pétersbourg, 1834. (En russe.)

F. DE HAGENOW.—*Bryozen von Maastricht Kreide:* Bryozoaire de la craie de Maestricht, 1851.

Foraminifères et infusoires.

ALC. D'ORBIGNY.—*Foraminifères fossiles du bassin de Vienne*, in-4, 1846.

(P. 70.) Les animaux de cette classe, peu répandus ou peu connus encore dans les dépôts antérieurs, prennent un accroissement rapide dans la craie où l'auteur compte 32 genres, dont 8 s'y trouvent exclusivement. Cependant les Agathistègues ou Milliolites y manquent encore ainsi que les Nummulites.

G. MANTELL. — *On the fossil remains*, etc.: Sur les débris fossiles des parties molles de foraminifères découverts dans la craie et les silex du sud-est de l'Angleterre (*Transact. of the r. Soc. of London*, 1846, p. 465; — *L'Institut*, 6 janvier 1847; — *Amer. Journ.*, 2e sér., n° 13, février 1848, p. 70).

EHRENBERG. — *Ueber die Bildung der Kreidefelsen und der Kreide-Mergels durch unsichtbare Organismen* (*Abhandl. d. Kön. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, 1838). — *Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarthen der Kreidebildung und den Organismen der Polythalamien* (*Ibid.*, 1839). — *Ann. de Poggendorff*, vol. LXVII, p. 502, 1839. — *L'Institut*, 17 mars, 16 avril et 4 juin 1840. — *Ann. des mines*, 3e sér., vol. XVIII, p. 39, 1840. — *Compt. rend.*, vol. VI, p. 180, 5 fév. 1838. — *Ann. of nat. history*, n° 24, p. 286, 24 déc. 1839. — *Amer. Journ.*, vol. XXXIX, p. 206, 1840.

— *Notice of American infusoria:* Notice sur les infusoires des deux Amériques (*Acad. de Berlin*, 25 mars et 10 juin 1841; — *Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 393, 1842; — *L'Institut*, 16 sept. et 21 oct. 1841).—Voyez aussi *Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 297, 1844, et XLVII, p. 208.

— Sur des infusoires vivants des mers du Pérou et du Mexique, en rapport avec les formes fossiles du terrain crétacé (*Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 27 juin 1840;— *L'Institut*, vol. IX, p. 15-22, 1841). — Id., *Abhandl. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, vol. X, p. 81-174, avec 4 pl., 1841.

— Sur les Algues et les bryozoaires des silex de la craie (*L'Institut*, 1840, p. 138).

— Sur de nombreux animalcules de la formation crétacée existant encore dans la mer du Nord (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 686). A part, grand in-fol. avec 4 planch. Berlin, 1841.

— Coquilles polythalames microscopiques de l'Egypte, de la

Palestine, etc. (*Acad. de Berlin*, juin 1842;—*L'Institut*, n° 466, 1842;—*Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 1043, 1842).

— Sur l'organisme microscopique des marnes crayeuses d'Égine (*Acad. de Berlin*, août 1842; — *L'Institut*, 23 mars 1843).

— *Ueber drei Lager*, etc. : Sur trois couches de terrains à infusoires dans l'Amérique du Nord. In-4, Berlin, 1844.— *L'Institut*, 26 juin 1844. — *Académie de Berlin*, février 1844.

— Observations sur la connaissance des plus petits animalcules dans la mer Égée, dans l'Euphrate et aux îles Bermudes (*Monatsb. d. Berlin Akad.*, juin 1844).

— Dans une communication faite à l'Académie des sciences, le 23 déc. 1844 (*L'Institut*, 25 déc. 1844), l'auteur dit que les bryozoïdes calcaires qui constituent les 8/9 de la craie ont encore la moitié de leurs espèces vivantes dans la Baltique ou l'Océan.

Si l'on ajoute à ces quelques indications des travaux de M. Ehrenberg sur les animaux microscopiques, celles que nous avons données en traitant du terrain moderne (*antè*, vol. I. p. 328 et 395), des volcans (*ibid.*, p. 596), et du terrain tertiaire (vol. II, p. 1030), on pourra se faire une idée de l'impulsion que le savant naturaliste de Berlin a donnée à ce genre de recherches. Mais si les résultats sont d'une haute importance pour la philosophie de la science, il s'en faut de beaucoup qu'il en soit de même pour la pratique de la géologie. La difficulté de l'observation, la difficulté plus grande encore de bien distinguer et caractériser les espèces, la confusion que M. Ehrenberg a commise fréquemment, en prenant pour de la craie des dépôts tertiaires, même très récents, diminuent singulièrement, pour le géologue, l'utilité de ses travaux, si précieux à tant d'autres égards.

T. Weaver.— *On the composition of chalk rocks*, etc. : Sur la composition des roches de la craie et de la craie marneuse par des corps organisés invisibles à l'œil nu, d'après les observations de M Ehrenberg (*London Edinb. and Dublin philos. Magaz. and Journ. of sc.*, mai et juin 1841).

Ce travail, qui résume très bien tous les travaux que M. Ehrenberg avait publiés jusqu'alors sur les animaux microscopiques fossiles, sera toujours lu avec infiniment d'intérêt et consulté avec fruit, sa rédaction étant beaucoup plus claire et plus complète que celle du zoologiste prussien.

Bailey.— *American polythalamia from the upper Mississipi*, etc. : Polythalames américains du haut Mississipi et de la formation crétacée du haut Missouri (*Amer. Journ.*, vol. XLI, p. 400, 1841).

J.-B. Reade. — Sur les infusoires qui servent d'aliment aux Huîtres

actuelles et dont les identiques se retrouvent dans la craie blanche (*Microscopical Soc. of London*, 1844; — *Rep. 15th meet. Brit. Assoc. at Cambridge*, 1845; — *L'Institut*, 24 sept. 1845).

A. Roemer. — Sur six nouvelles espèces de foraminifères de la craie (*Neu. Jahrb.*, 1842, p. 272, pl. 7).

De Munster. — Petits corps microscopiques de la craie (*Beiträge z. Petrefact.*, etc., 1843, p. 89, pl. 4).

Silex de la craie.

J.-S. Bowerbank. — *On the siliceous bodies*, etc. : Sur les corps siliceux de la craie, des grès verts et des oolithes (*Transact. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 181; — *Proceed. id.*, vol. III, p. 278, mai 1840).

Buckland. — *Address delivered at the annual meet. of the geol. Soc. of London* (*Proceed. id.*, vol. III, p. 506, 1841).

J.-S. Bowerbank. — *On moss agates*, etc. : Sur les agates mousses et autres corps siliceux (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 421).

— *On the siliceous bodies*, etc. : Sur les corps siliceux de la craie et d'autres formations. Réplique à M. Toulmin Smith (*Ann. and Magaz. of. nat. hist.* 1847). — Voyez *antè*, vol. IV, p. 42.

Turpin. — *Analyse ou étude microscopique de différents corps organisés et autres corps de natures diverses qui peuvent accidentellement se trouver enveloppés dans la pâte translucide des silex* (*Compt. rend.*, vol. IV, p. 304 et 351, 1837; — *Ann. des sc. natur.*, vol. VII, p. 129 avec 7 planches).

Williamson. — *On the real nature*, etc. : Sur la véritable nature des petits organismes des silex que l'on a supposés jusqu'à présent être des spicules d'éponges (*Ann. and Magaz. of nat. hist.*, n° 115, 1846?). — Voyez Parkinson : *Organ. remains*, vol. II, p. 87, 1811.

T. Virlet. — *Notes sur quelques déplacements moléculaires qui se sont opérés dans les roches après leur dépôt* (*Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 211, 1845).

C. Prevost. — Observations sur le silex (*Ibid.*, p. 223).

J.-S. Bowerbank. — *On a siliceous zoophyte* (*Alcyonum parasiticum*) (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 319, 1849).

Marcel de Serres. — *De l'origine des silex de la craie* (*Soc. linnéenne de Bordeaux*, 1850).

A. Gaudry. — *Sur l'origine et la formation des silex de la craie et des meulières des terrains tertiaires* (Thèse de géologie), in-4. Paris, 1852.

Dans ce travail, fait avec soin, l'auteur rappelle d'abord

tout ce qui a été écrit sur ce sujet et résume ainsi le résultat de ses propres recherches. « 1° La silice des silex » appartenant aux terrains de craie (craie blanche, craie » tuffeau, craie chloritée, etc.) provient, pour la plus » grande partie, de sources sous-marines; 2° elle s'est pré- » cipitée au fond des mers par suite de la différence des » circonstances de sa première dissolution et des circon- » stances qu'elle a rencontrées dans la mer; 3° elle s'est » séparée de la craie par une attraction des molécules de » même nature; 4° pendant la consolidation des couches » il y a eu suintement d'eaux siliceuses; ce suintement a » produit plusieurs des accidents que présentent les bancs, » les nodules et les fossiles silicifiés. »

La présence de la silice, sous diverses formes et à divers états, dans les calcaires et les marnes, devrait être étudiée dans d'autres dépôts que ceux de la craie et des meulières des environs de Paris, pour pouvoir être expliquée d'une manière satisfaisante. Ainsi, les roches de transition, comme les roches secondaires jurassiques, les roches calcaires crétacées et tertiaires de divers étages et même certains grès, en renferment non moins fréquemment que celles dont on s'est trop exclusivement occupé jusqu'à présent. On n'a pas non plus tenu compte des cas où la silice dans ces mêmes roches est à l'état d'hydrate, ou disséminée dans toute la masse à l'état pulvérulent, ou bien encore présente un passage insensible d'un amas de silice pure à la roche calcaire enveloppante. Enfin, nous pensons qu'on n'a pas assez étudié les silex en place et dans un assez grand nombre d'états, de positions, de terrains et de pays, pour asseoir une opinion définitive, quant à leur origine et à leur mode de formation.

Paléophytologie.

AD. BRONGNIART. — *Considérations sur la nature des végétaux qui ont couvert la surface de la terre aux diverses époques de sa formation* (*Compt. rend.*, vol. V, p. 403, 11 septembre 1837; — *Magaz. nat. hist.*, 2e sér., vol. II, p. 1, 1838). — Voyez aussi : *L'Institut*, n° 714, p. 280. — *Edinb. new. phil. Journ.*, janv. 1848. — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. VI, p. 120, 1848.

— *Végétaux fossiles*, période crétacée (*Dictionnaire universel d'hist. nat.* dirigé par M. Ch. d'Orbigny, vol. XIII, p. 158, 1849).

Nous avons retranché des végétaux de cette période (*antè*, vol. III, p. 216), telle que la comprend M. Ad. Brongniart, ceux de son *époque fucoïdienne* qui, placés au-dessus de l'horizon des Nummulites, sont par consé-

quent bien loin d'être secondaires, et appartiennent à la fin de la période tertiaire inférieure. Le savant botaniste range, dans son *époque sous-crétacée*, quelques végétaux de Transylvanie et ceux de l'île d'Aix : « Cette flore fos- » sile, continue-t-il, correspondrait-elle à une formation » presque entièrement marine, mais contemporaine de l'é- » poque wealdienne? C'est ce que de nouvelles recher- » ches pourront seules établir, mais ce que pourrait » faire supposer l'analogie des *Brachyphyllum* des deux époques. » On a vu (*antè*, vol. IV, p. 446) quelle était la position de ces lignites de l'île d'Aix, par rapport aux calcaires à Caprinelles, à échinodermes, à Alvéolines, etc., tous supérieurs à l'horizon du gault; il faudrait donc, si ces végétaux appartenaient au groupe wealdien, qu'ils eussent été émergés pendant toute la série des dépôts néocomiens et du gault.

L'*époque crétacée* proprement dite, de M. Brongniart, ne comprend plus alors que les végétaux, soit d'Angleterre, soit de Bornholm, de Scanie, de Saxe, de Bohême et de Silésie, dont nous avons étudié les gisements, tous aussi supérieurs au gault. On peut donc dire que la flore crétacée est encore très imparfaitement connue, puisque sur quatre groupes il y en a deux, les plus anciens, dont on ne possède aucune espèce.

H.-R. Goeppert. — Sur la distribution des plantes fossiles (*Neu. Jahrb.*, 1839, p. 737). — *Reise in Nord America*, etc., du prince de Neuwied, vol. I. — Tableau des plantes fossiles (*Rep. 15th meet. Brit. Assoc. at Cambridge*, p. 48, 1845. Londres, 1846. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 566, 1845. — *Verhandlungen*, etc. : Mémoire sur les fougères fossiles, 1 vol. in-4, formant le supplément du vol. XVII des *Nov. act. Acad. Leop. Car. natur. cur.* Breslau, Bonn, 1836. — *L'Institut*, 4 mai 1836.

A.-G. Corda. — Plantes de la formation crétacée de la Bohême. *in* A.-E. Reuss, *Die Versteinerungen der Böhmischen Kreide Formation*, p. 81, pl. 46-51, in-4°. Stuttgardt, 1845-46.

F. Unger. — *Chloris protogæa*. In-4 avec 20 pl. in-fol. Leipsick, 1842-44.

— *Synopsis plantarum fossilium*. In-8. Leipsick, 1845.

RÉSUMÉ.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DE LA FORMATION CRÉTACÉE.

La faible extension que prend vers les pôles de la terre la formation crétacée, lorsqu'on la compare, dit L. de Buch (1), aux couches jurassiques, et mieux encore aux roches paléozoïques ou de transition, a été regardée par M. A. Boué, non sans quelque vraisemblance, comme le plus ancien effet connu de l'influence du climat sur la faune de l'ancien monde.

Limites nord.

Dans l'hémisphère boréal, le point le plus extrême où l'on ait signalé la présence de la craie se trouve, suivant M. Forchhammer, près de Thistedt, dans le nord du Jutland, un peu au-dessous du 57e degré de lat. N., c'est-à-dire, sur le parallèle d'Aberdeen en Ecosse, de Calmar en Suède, de Mittau en Courlande, de Twer et de Kasan en Russie. Le dernier affleurement dans les îles Britanniques se montre sur la côte méridionale de l'île de Rathlin, près de la chaussée des Géants (Irlande), sous la latitude d'Arpenrade (Danemark), de Bornholm et de Tilsit. Le cap Flamborough, par 54°, est son dernier point en Angleterre.

La limite s'abaisse en Russie à mesure que l'on s'avance vers l'E. Ainsi de Grodno, où elle est encore à 54°, elle passe par Mobilew et Orel, à un degré et demi au sud de Moscou, puis par Simbirsk, pour descendre le long du Volga et se diriger vers la pointe méridionale de l'Oural par 46°. Longeant au nord le plateau d'Ust-Urt et la mer d'Aral, elle cesse d'être connue au delà dans cette direction. L'immense surface de la Sibérie, depuis l'Oural jusqu'à la mer

(1) Sur les limites géographiques de la formation crétacée (*Monatsb. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 1849, p. 117; — *Verhandl. d. naturhist. Ver. d. Pruss. Rheinlande*, Bonn, 1849; — *Bull.* 2e sér., vol. VI, p. 565, 1849; — *Quart. Journ. geol. soc. of London*, vol. VI, p. 22 des *Notices*, 1850; — *Amer. Journ.*, 2e sér., vol. X, p. 268, 1850).

d'Okhotsk, et depuis l'Altaï jusqu'à la mer glaciale, a été assez parcourue pour que l'on puisse douter de l'existence de la craie dans toute cette région.

L. de Buch avait aussi fait remarquer que, le long de cette lisière septentrionale de la formation, les dépôts crayeux les moins anciens, très peu épais, se montraient seuls, tandis que les dépôts antérieurs apparaissaient seulement lorsqu'on s'avançait vers le S. où ils affectent aussi une grande épaisseur. Ils ressemblent alors, dit-il, à une vague puissante qui s'élève et vient battre les flancs des plus hautes sommités du Caucase pour aller graduellement ensuite expirer sur les bords des formations plus anciennes dans les vastes plaines qui se déroulent au nord.

Au delà de l'Atlantique, sur la côte orientale des États-Unis, on a vu que les derniers sédiments crétacés n'atteignaient pas la latitude de New-York, et qu'ils s'arrêtaient vers le 40e degré, ou à 17 degrés plus bas qu'en Europe. A l'ouest des Apalaches, dans le Kentucky et le Tennessee, la craie reste encore au-dessous du 37e degré; mais au delà du Mississipi, la belle carte que vient de publier M. J. Marcou (1) d'après les documents les plus récents, fait voir que la zone crétacée remonte au N.-O., dans le bassin supérieur de Missouri, jusque par 48° 1/2 de latitude, et 104° de longitude, ou 8° 1/2 plus au nord que sur la côte de l'Atlantique. Elle borde le versant oriental des montagnes Rocheuses, en longeant la chaîne jusqu'au sud de l'embouchure du rio Grande del Norte (Mexique), occupant ainsi dans le bassin du Mississipi, une surface continue plus grande qu'aucune des formations connues. Au delà des montagnes Rocheuses aucune trace des dépôts de cet âge n'a encore été découverte sur les bords du Colombia, de la rivière Humboldt, dans le grand bassin qui s'abaisse vers l'océan Pacifique, non plus que dans la province de Sonora, et dans la Californie, le long du rio Gila.

Limites sud.

Dans l'hémisphère sud, la forme des continents qui se terminent en pointe vers le pôle austral rend la limite extrême de la craie fort simple à tracer. Ainsi, nous l'avons vue par 34° de latitude à l'extrémité méridionale de l'Afrique, puis par 43° dans la Nouvelle-Zélande, enfin par 56°, formant les escarpements de la partie sud-

(1) *A geological map of the United-States*, etc. Carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord, accompagnée d'un texte explicatif, de coupes géologiques et de planches représentant les fossiles caractéristiques des diverses formations. In-8. Boston, 1853.

ouest de la Terre de Feu, où elle s'approche du pôle sensiblement à la même distance que dans l'hémisphère nord.

Disposition relative dans les deux Amériques.

Si dans l'un et l'autre hémisphère, et même dans le nouveau monde, considéré isolément, les dépôts crétacés s'étendent presque également des deux côtés de la zone équatoriale dans les zones tempérées, il s'en faut de beaucoup que dans les deux parties principales du nouveau continent ces dépôts soient absolument synchroniques, présentent les mêmes caractères et affectent la même disposition par rapport à cette longue ride montagneuse qui, sous les noms de chaîne des Andes et de montagnes Rocheuses, s'étend du 57ᵉ degré de latitude N. au 57ᵉ de latitude S.

En effet, dans l'Amérique du Nord, tous les dépôts sont horizontaux ou à très peu près, peu solides en général ou bien meubles, le plus ordinairement marneux, sablonneux, et de teintes claires ou verdâtres. Tous appartiennent à une période plus récente que le gault de l'Europe et se trouvent placés à l'est des montagnes Rocheuses. Dans l'Amérique méridionale, au contraire, les couches sont partout disloquées, plus ou moins redressées, dures, solides, de teintes noires ou foncées. La très grande partie semble être antérieure au gault et placée sur le versant occidental des Andes, dont le soulèvement est postérieur à leur dépôt. Dans le Mexique central, et peut-être dans la chaîne de Venezuela, c'est-à-dire entre les deux grandes portions continentales de l'Amérique, où précisément les montagnes s'écartent le plus de l'alignement général, les calcaires crétacés pourraient appartenir à une période intermédiaire, par exemple à la base du groupe de la craie tuffeau, comme si cette région dans sa disposition oblique nous représentait une charnière, au sud de laquelle le sol se serait élevé après les dépôts crétacés anciens, pendant qu'il s'abaissait au nord pour recevoir les dépôts crétacés récents.

Lignes isothermes anciennes.

S'appuyant sur les conclusions que nous avons vues émises par M. Ferd. Roemer, à propos de la craie du Texas, M. A. Boué (1) avait aussi conclu que les lignes isothermes, depuis la fin de la période jurassique, c'est-à-dire pendant les périodes crétacée, tertiaire et quaternaire, jusqu'à l'époque actuelle, avaient suivi sensiblement les mêmes courbes, et que depuis lors il y avait eu un abaissement général et graduel de la température. La limite nord des couches

---

(1) *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 201, 1848. — *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 276, 1848.

nummulitiques par exemple, depuis l'Europe occidentale jusqu'aux frontières de la Chine, se conformerait à ces courbes de nos jours que l'on attribue à l'éloignement plus ou moins grand des masses d'eau océaniques. Les rapports des climats dans les deux hémisphères n'auraient pas sensiblement changé, quoique la température générale se fût abaissée, et l'on trouverait de plus dans cette circonstance un argument puissant contre l'hypothèse du déplacement des pôles.

Mais chercher à reconstituer les lignes isothermes d'une période déjà si reculée avec des documents aussi incomplets que ceux que nous possédons et sans tenir compte des changements qu'ont dû occasionner les soulèvements des plus grandes chaînes du globe, toutes plus récentes que la craie, au moins dans leur principal relief, nous semble une idée plus ingénieuse que solidement établie. Des nombreuses données que l'on emploie aujourd'hui pour tracer ces mêmes courbes, celles qui se déduisent des corps organisés sont les seules applicables à l'histoire de la terre, et ce sont sans doute des éléments importants de la question; mais comme il y a beaucoup de causes indépendantes de la température qui peuvent produire des changements ou des différences dans divers points, on conçoit que ces mêmes éléments sont insuffisants pour qu'on puisse apprécier avec un certain degré d'exactitude les zones thermales des périodes géologiques, même peu anciennes. Si l'on considère enfin combien, dans les contours des anciens rivages, il y a de lacunes produites par des circonstances postérieures, on sera plus convaincu encore de l'incertitude de pareilles déterminations.

Explication du tableau.

Le tableau ci-joint est l'expression la plus simple des détails dans lesquels nous sommes entré sur les divers étages de la formation crétacée à laquelle nous avons consacré les tomes IV et V de cet ouvrage; il est le résumé synoptique le plus concis des principaux résultats acquis à la science, après une discussion préalable des observations et des opinions des auteurs. Nous avons disposé de gauche à droite les régions géographiques au nombre de 71, dans l'ordre où elle sont mentionnées dans le texte, et les astérisques placés dessous, dans chaque colonne, indiquent les étages qui y ont quelque représentant. Ces régions n'ont pas été tracées arbitrairement, car on a pu remarquer qu'elles étaient en rapport avec les caractères physiques du sol, c'est-à-dire avec l'hydrographie et l'orographie, se coordonnant ainsi aux bassins des rivières principales et aux lignes de partage des chaînes de montagnes. Cette marche,

commode pour la description, s'est montrée dans le plus grand nombre des cas en relation avec la distribution géographique première des dépôts. Les contours actuels de la plupart de ceux qui n'ont pas été dérangés depuis nous représentent encore les rivages des bassins ou des golfes dans lesquels ils se sont formés. Aussi avons-nous vu beaucoup de ces bassins ou portions de bassins constituer, sous le rapport pétrographique, stratigraphique et souvent même zoologique, de véritables unités géologiques, à peine reliées à ceux qui les avoisinent par quelques caractères communs.

Destiné à faire saisir d'un coup d'œil la distribution des divers étages crétacés à la surface des continents et des îles, ce tableau montre aussi, comme nous le disions en commençant (*antè*, vol. IV, p. 2), que les grandes formations ne doivent pas être regardées comme des unités simples, divisibles partout en un même nombre de fractions égales. Ces unités sont au contraire de valeur très différente suivant les pays; quelquefois elles sont nulles, et les fractions dans lesquelles on les décompose (groupes, étages, sous-étages ou assises), de valeurs également très diverses, se correspondant en général d'autant plus rarement d'une région à une autre, que celles-ci sont plus éloignées ou ont été plus complétement séparées.

Ces divisions et sous-divisions si variables, même à de fort petites distances, ne permettent donc pas plus de représenter une formation par une série ou échelle verticale de ses couches superposées les unes aux autres, qu'on ne peut représenter la série zoologique par une disposition linéaire continue des classes, des ordres, des familles et des genres d'animaux. Il y a de même, à diverses hauteurs, des embranchements latéraux, dont l'importance relative n'est nullement comparable. Dans le règne inorganique comme dans le règne organique, une symétrie absolue dans l'arrangement des faits est une pure abstraction de l'esprit; ce n'est plus un tableau, mais une fausse et choquante parodie de la nature.

Distribution des groupes et des étages.

Sous le titre de *récapitulation*, les deux dernières colonnes de droite montrent que de nos quatre groupes crétacés, le plus constant est le second, qui est représenté dans 65 régions sur 71; puis viennent le premier, qui se retrouve dans 38, le quatrième dans 32, et le troisième ou le gault, dans 13 seulement. Celui-ci n'est bien caractérisé que dans l'ouest de l'Europe, et peut-être sur les limites de la Nouvelle-Grenade et de Venezuela. Eu égard à la puissance qu'ils paraissent atteindre, et par suite au laps de temps qu'ils pourraient représenter, ces groupes sont rangés dans un autre ordre. Le plus épais

serait le quatrième, puis viendraient le second, le premier et enfin le troisième. La variété des faunes et des caractères pétrographiques dans chacun d'eux est sensiblement en rapport avec ces différences d'épaisseur et de temps.

Si nous considérons maintenant les étages, leur constance, comme on pouvait le prévoir, s'accorde avec celle des groupes dont ils font partie. Ainsi l'étage le plus répandu à la surface du globe est le second (craie chloritée) du deuxième groupe qui est signalé dans 44 régions, puis vient la craie blanche du premier dans 37. Les nombres 34 et 36 des premier et troisième étages du second groupe montrent bien la liaison de la craie tuffeau avec la craie blanche, liaison sur laquelle nous avons souvent insisté pour l'hémisphère nord. Dans le groupe néocomien, c'est l'étage inférieur, confondu peut-être quelquefois avec le second, qui est le plus largement développé ; le supérieur s'en sépare rarement, si ce n'est dans la partie centrale de l'Europe.

Quant à la répartition comparée des divers groupes des deux côtés de l'Atlantique, ou mieux dans l'ancien et dans le nouveau continent, nous ne voyons pas qu'on en puisse déduire d'autres généralités que celles qui ont été déjà indiquées, car il manque trop de jalons entre les points connus. On peut remarquer toutefois, que les deux groupes supérieurs règnent presque d'une manière continue dans l'hémisphère nord des montagnes Rocheuses aux plages de l'Atlantique, comme des îles Britanniques au delà de la mer d'Aral, tandis que le quatrième, qui ne se montre que bien plus au S., dans l'ancien et le nouveau continent, est celui qui, dans ce dernier, règne des deux côtés de l'équateur pour se prolonger jusqu'au 56ᵉ degré de latitude australe.

Du synchronisme des étages.

De même que les coupes de terrains et les cartes géologiques, notre tableau a l'inconvénient d'être quelquefois trop *positif* et d'exprimer plus que ne le permet l'état réel de nos connaissances. Le synchronisme de certains dépôts dans des pays différents, et quelquefois même très rapprochés, est loin d'être toujours bien démontré pour nous. Nous eussions pu sans doute trancher plusieurs de ces questions de détail que nous avons laissées indécises; mais trancher n'est pas résoudre, et nous avons préféré marquer d'un point ? beaucoup de ces parallélismes plutôt que de les présenter comme des résultats définitifs.

Comme exemple de ce genre de difficulté, nous prendrons quelques points des mieux connus, tels que les bassins de la Seine, de

la Loire et du sud-ouest de la France, tous trois ouverts du même côté vers l'Atlantique. Si nous admettons, ainsi que nous l'avons fait, que le gault et le groupe néocomien manquent dans les deux derniers, il restera seulement à comparer les étages supérieurs des trois bassins.

Nous n'avons proposé qu'avec réserve le synchronisme des quatre étages du bassin de la Loire avec ceux du sud-ouest, tout en faisant ressortir leurs différences, mais nous avons dû reconnaître l'insuffisance complète des données pour étendre la comparaison au bassin de la Seine. Nous avons discuté la valeur des motifs que l'on avait tirés de la présence de quelques fossiles pour mettre la craie jaune de Touraine sur l'horizon de la craie blanche, la craie jaune de Royan sur celui de la craie supérieure de Maestricht, et le second étage du sud-ouest au niveau de la craie blanche, etc., de manière à retrouver partout cette symétrie dont on s'est formé, pour ainsi dire, le type abstrait d'après l'étude d'un point. Mais on oublie dans le premier cas, que la craie à silex de Blois, du château de Vendôme, etc., si différente sous tous les rapports de la craie blanche, et plus encore de la craie supérieure, recouvre de la manière la plus nette la craie jaune de Touraine, dont elle ne diffère pas moins, et dans le second, que, à quelques analogies tirées d'un petit nombre de fossiles, on peut opposer des différences bien autrement prononcées. Si plus tard on vient à démontrer réellement que dans les bassins de la Loire et du sud-ouest la partie supérieure du second groupe doive être reportée au premier, nous nous empresserons d'en adopter les conséquences; mais jusqu'à présent on n'a produit en faveur de cette opinion que des assertions vagues et des motifs trop insuffisants pour qu'on doive en tenir compte.

Nous aurions pu prendre des exemples du même genre et dans les mêmes groupes sur le versant nord des Pyrénées, soit dans le bassin de l'Adour, soit dans celui de l'Aude et de la Garonne supérieure, comme aussi dans cette série de bassins crayeux dont nous avons suivi les dépôts variés des bords du Rhin à ceux du Dniester. Partout nous aurions reconnu la difficulté, et souvent même l'impossibilité de ces parallélismes de détail que l'on n'obtient souvent qu'en négligeant certains faits ou bien en torturant et en dénaturant les autres.

Enfin, nous ferons encore remarquer que les doutes que nous entretenons relativement à certains synchronismes viennent de ce

que nous prenons en considération tous les caractères des dépôts que nous comparons, et que nous cherchons, avant de conclure, à nous rendre compte de l'importance relative de chacun d'eux. Si, comme le font quelques personnes, par une sorte de système ou de méthode artificielle, facile et d'une application commode, mais peu rationnelle, nous n'avions égard qu'à un seul ordre de caractères, nous arriverions certainement plus vite à obtenir une de ces classifications si régulières sur le papier, mais dont tout le prestige tombe et disparaît dès qu'on se trouve sur le terrain et en face des faits.

L	IT E'	AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.					AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.					OCÉANIE.	RÉCAPITULATION.	
Istrie et provinces illyriennes. 95	Toscane. 406	Versant sud-est des Apalaches. 488	États d'Alabama, du Mississipi et du Tennessee. 499	Texas, Arkansas et Nouveau Mexique. 506	Bassin du Missouri. 516	Mexique et Cuba. 522	Venezuela. 532	Nouvelle Grenade. 536	Pérou et Brésil. 547	Chili. 552	Terre de Feu. 587	Nouvelle-Zélande. 591	Étages.	Groupes.
.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	*?	12	38
..	...	*	*	...	*	...	...	...	...	...	...	...	37	
.	...	*	*	*	*	...	...	...	...	*?	...	...	34	
..	*?	*	*	*	*	...	*?	...	...	...	...	...	44	65
.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	36	
...	...	...	...	...	...	*?	*?	...	*?	...	...	...	26	
..	...	...	...	*?	...	...	*?	*?	...	...	...	...	13	13
..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	*?	...	9	
..	...	...	...	...	...	...	...	*?	...	...	...	...	15	32
*?	...	...	...	...	...	*?	*?	*	*	*	...	...	31	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5	
..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5	7
..	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3	

...rté d'Amasia par M. Pierre de Tchihatcheff peut y faire supposer

TABLE DES MATIÈRES.

TERRAIN SECONDAIRE.

FORMATION CRÉTACÉE.

(SECONDE PARTIE.)

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

P. 1.

CHAPITRE I.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

P. 17.

CHAPITRE II.

FORMATION CRÉTACÉE DU VERSANT MÉRIDIONAL DES ALPES.

P. 65.

CHAPITRE III.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ITALIE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

CHAPITRE IV.

FORMATION CRÉTACÉE DU VERSANT NORD DES ALPES.

CHAPITRE V.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA TURQUIE D'EUROPE, DE LA GRÈCE ET DES ILES VOISINES.

CHAPITRE VI.

FORMATION CRÉTACÉE DES RÉGIONS BALTIQUES.

P. 173.

CHAPITRE VII.

FORMATION CRÉTACÉE DU NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

P. 193.

CHAPITRE VIII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ALLEMAGNE CENTRALE.

P. 249.

CHAPITRE IX.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA POLOGNE, DE LA GALLICIE ET DE LA CHAINE DES CARPATHES.

CHAPITRE X.

FORMATION CRÉTACÉE DE LA RUSSIE.

CHAPITRE XI.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'ASIE.

CHAPITRE XII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AFRIQUE.

CHAPITRE XIII.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

CHAPITRE XIV.

FORMATION CRÉTACÉE DE L'AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

P. 531.

RÉSUMÉ

DE LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DE LA FORMATION CRÉTACÉE.

P. 603.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.



